



## **Rens dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen: statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet**

**Svendsen, L.M.; Sortkjær, O.; Ovesen, N.B.; Skriver, J.; Larsen, S.E.; Pedersen, Per Bovbjerg; Rasmussen, Richard Skøtt; Dalsgaard, Anne Johanne Tang**

*Publication date:*  
2007

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Svendsen, L. M., Sortkjær, O., Ovesen, N. B., Skriver, J., Larsen, S. E., Pedersen, P. B., Rasmussen, R. S., & Dalsgaard, A. J. T. (2007). *Rens dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen: statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet*. Danmarks Fiskeriundersøgelser. DFU-rapport No. 176-07  
[http://www.difres.dk/dk/publication/files/09102007\\$176-07\\_eletronisk\\_index.pdf](http://www.difres.dk/dk/publication/files/09102007$176-07_eletronisk_index.pdf)

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# **Rens Dambrug**

## **- et modeldambrug under forsøgsordningen**

### **Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet**

Lars M. Svendsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Ole Sortkjær, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Niels Bering Ovesen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Jens Skriver, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Søren Erik Larsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Per Bovbjerg Pedersen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU  
Richard Skøtt Rasmussen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU  
Anne Johanne Tang Dalsgaard, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU

Juli 2007

ISBN: 978-87-7481-047-6

DFU-rapport nr. 176-07.

## 0 Sammenfatning

De samlede miljømæssige fordele ved modeldambrug er mangetallige, som blandt andet oplistet vedrørende især uhindret faunapassage i Dambrugsudvalgets rapport:

Vandløbet	Dambruget
<b>Fordele:</b> "Død å"-strækning fjernes Øget vandføring i dambrugenens omløb Påvirkning af opstemning opstrøms reduceres, fjernes evt. helt Naturlige variationer i vandløbets vandføring opretholdes i omløbene Indtrængen af naturlig fauna i dambrugen reduceres Passageproblemer ved dambrugenens opstemninger og vandindtag, herunder afgitring, indretning af faunapassage (både op- og nedstrøms), opstemning m.v. løses langt nemmere Udledning af medicin og hjælpestoffer reduceres Maksimumskoncentrationer af medicin og hjælpestoffer i vandløbene formindskes Fald i vandløbets iltindhold nedstrøms reduceres/undgås  <b>Ulemper:</b> Ingen	<b>Fordele:</b> Stabile produktionsforhold Påvirkninger fra variationer i indløbsvandets kvalitet reduceres eller elimineres Øget effekt af renseforanstaltninger Ved brug af drænvand/grundvand kan opnås højere vandtemperaturer om vinteren og lavere om sommeren Bedre muligheder for styring af management og produktionsmiljøet Reduceret smittepres Reduceret behov for anvendelse af medicin og hjælpestoffer, herunder kalkning Bedre arbejdsmiljø  <b>Ulemper:</b> Højere energiforbrug pr. kilo produceret fisk Øget udledning af CO <sub>2</sub> Risiko for opbygning af skadelige ammoniakkoncentrationer Øget behov for overvågning og styring af driftsforholdene Øget behov for backup-systemer: strøm, iltforsyning, pumper m.v.

I denne statusrapport for Rens Dambrugs første driftsår som modeldambrug, beskrives de opnåede resultater fra monitoringsprojektets måle- og dokumentationsprogram, der har til formål at fremskaffe dokumentation for dambrugenens rensning og udledning af næringsstoffer og organisk stof. Konklusionerne er foreløbige og endelige konklusioner kan først drages når begge måleårs resultater er behandlet. En række forhold har medført, at det er vanskeligt at anvende en del af resultaterne fra Rens Dambrugs 1.måleår og at disse ikke umiddelbart kan sammenlignes med de andre 7 modeldambrug under forsøgsordningen.

### Produktionsforhold

Der er været en vis usikkerhed ift. foderbruget på Rens Dambrug i det første måleår. Efter aftale med dambruget vurderes det at der i perioden 3. oktober 2005 til 2. oktober 2006 er anvendt 205 tons foder med en beregnet produktion på 226,4 tons fisk (inkl. døde), hvilket giver en foderkvotient på 0,909.

Der har på anlægget været både indkøringsvanskeligheder resulterende i fiskedød, tillæring til ny produktionsform, ny teknologi og nye pro-

blemstillinger vedr. drift og sygdomme. Endvidere har dambruget ønsket at opbygge sin egen bestand af fisk. Rens Dambrug har således ikke udnyttet sin fulde foderkvote på 435 tons pr. år i det første driftsår.

Der har endvidere været en række problemstillinger ift. håndtering af slam, som gentagne gange er løbet over slambassin og ud på omkringliggende arealer.

Anlægget og driften heraf forekommer nu at være mere stabil.

### Vandforbrug

Rens Dambrug indtager fra drænanlæg under produktionsanlægget. Af en indvindingstilladelse på 65 l/s er der i gennemsnit anvendt 58,1 l/s i det første måleår. Før ombygning måtte der indtages ca. 955 l/s fra Sønderå svarende til medianminimum, således at vandforbruget nu har svaret til kun ca. 6 % af før. Grundet et massivt vandtab over plantelagunen på ca. 93 % er der kun udledt 4 l/s via afløbet fra dambruget til Sønderå. Dette dækker over, at der i første halvdel af måleperioden stort set ikke forekom nogen afstrømning, som dog gradvist steg til ca. 20 l/s sidst i måleperioden.

### Rensegrader

Ved forarbejdet til bekendtgørelse om modeldambrug m.v. blev der forudsat nogle rensegrader for organisk stof og næringsstoffer på modeldambrug. En sammenstilling af de i bekendtgørelsen for modeldambrug forudsatte og de opnåede nettorensgrader i 1. måleår på Rens Dambrug ser således ud idet der er taget højde for mikrosigter:

	Forventet	Opnået
<b>Organisk stof (BI<sub>5</sub>)</b>	80 %	110 %
<b>Total kvælstof (inkl. omsætning plantelaguner)</b>	36 %	103 %
<b>Total Fosfor</b>	65 %	108 %

De beregnede rensegrader er ikke retvisende, hvilket skyldes at der ved ned- og udsivning samt direkte udløb i Sønderå via utætte bygværk er tabt 93 % af vandtilførslen til plantelagunen. Med dette vand følger formentlig nogle opløste stoffer, men det har ligget udenfor projektets formål at undersøge skæbnen for disse stoffer. De angivne rensegrader er derfor absolutte maksimums værdier. Uden at kunne vurdere de mere reelle rensegrader kan det dog formodentligt antages, at de opnåede rensegrader stadig er noget bedre end de forudsatte.

Omvendt skal der gøres opmærksom på, at produktionsbidraget formodentligt er undervurderet, hvilket i givet fald vil øge de beregnede rensegrader/stoftilbageholdelser. Der er anvendt de standardværdier for indhold af kvælstof og fosfor i ørred som normalt anvendes men som sandsynligvis er for høje, ligesom der kan være ændrede forhold vedrørende fordøjelighed, fodersplid og især BI<sub>5</sub>/COD-forhold. Dette vil blive nærmere belyst til 2. årsrapport.

Grundet en række driftsproblemer har der været længere perioder, hvor tilførslen af slam til slambassin og afledning af vand fra sættefiskeanlægget ikke har kunnet registreres. Endvidere har der været gentagne overløb af slambassin til omkringliggende arealer ligesom dambrugets registrering af omfang af returskylning af biofilter ikke har været i overensstemmelse med de kontinuerte registreringer. Det giver relativ stor usikkerhed på opgørelse af rensegrader over produktionsanlægget og for betydning af stoftab med klaringsvandet. Da der samtidigt er meget store vandtab over plantelagunen i første halvdel af det første måleår kan der kun gives grove skøn over hvilken renseforanstaltning, der har størst betydning for de forskellige stoffer. Med det store vand og formentlig dertil relaterede stoftab er det ikke overraskende plantelagunen, der tilsyneladende er den vigtigste foranstaltning for stoffjernelse i det første måleår undtagen for ammonium kvælstof.

### Specifik udledning

Ifølge Miljøstyrelsens opgørelse for ferskvandsdambrug udledtes der i 2003 3.098 t  $\text{BI}_5$ , 1.119 t total kvælstof og 90 t total fosfor ved en produktion på 29.434 t ørreder, svarende til gennemsnitlige specifikke udledninger som angivet i nedenstående tabel:

	Specifik udledning – netto (kg/t fisk produceret)	
	Gennemsnit	Rens Dambrug
	Danmark	- 1. måleår
<b>Organisk stof (<math>\text{BI}_5</math>)</b>	105,3	0
<b>Total kvælstof</b>	38,0	0
<b>Total fosfor</b>	3,1	0

Når der ikke korrigeres for det stof der følger med ud- og nedsivningsvandet fra plantelagunen har der ikke været nogen nettoudledning af hverken organisk stof, total kvælstof eller total fosfor fra Rens Dambrug. Det store vandtab over plantelagunen ved Rens Dambrug medfører, at sammenligningen i tabellen med det samlede gennemsnit for Danmark skal tages med et stort forbehold.

### Overholdelse af udlederkrav jf. Sønderjyllands Amts miljøgodkendelse

I miljøgodkendelsen har Sønderjyllands Amt opstillet en række kontrolparametre med tilhørende kravværdi.

Kontrolparameter	Kravværdi jf. Miljøgodk.	Gens. konc. friskvand 1.måleår	Udledning efter DS 2399	Udledning efter Bekendt. modeldambrug	Teoretiske kravværdier fra Dambruksbekendtgørelsen
	$\text{mg l}^{-1}$	$\text{mg l}^{-1}$	$\text{mg l}^{-1}$	$\text{mg l}^{-1}$	$\text{mg l}^{-1}$
Susp. stof	10	1,2	2,89	2,52	44 (3,0)
$\text{NH}_4$	1,0	0,14	0,69	0,91	6,0 (0,4)
Total-N	9,0	0,56	6,20	5,77	9,0 (0,6)
Total-P	0,7	0,078	0,358	0,310	0,7 (0,05)
$\text{BI}_5$	10	1,0	2,56	2,10	10,3-14,7 (0,7-1,0)

Man skal sammenligne summen af kolonne to og tre for de enkelte stoffer med enten kolonne fire (tilstandskontrol efter DS 2399 jf. miljøgodkendelsen, dvs. på koncentration i afløb plus gennemsnitskoncentration i friskvandet, en matematisk forkert metode) eller kolonne fem (tilstandskontrol efter modeldambrugsbekendtgørelsen som er den korrekte faglige metode at anvende). Uanset kontrolmetode overholdes alle udlederkrav baseret på prøvetagning i afløbet fra plantelagunen. Der er ved beregning af kontrolstørrelsen taget højde for, at der kun er taget 15-16 prøver i udløbet fra dambruget frem for 27 (grundet ingen vand i afløb i længere perioder). Sammenlignes kolonne to og seks ses det, at kravværdierne kompenserer fuldt ud for det reducerede vandforbrug på dambruget ift. total kvælstof, total fosfor og BI<sub>5</sub>, mens der er skærpede krav for suspenderet stof og ammonium-kvælstof. Det må antages, at med et reduceret vandtab og øget foderforbrug i andet måleår kan især det skærpede udlederkrav for ammonium kvælstof blive svært at overholde.

### Fauna og faunaindex

Dansk Vandløbs Fauna Index (DVFI) er opgjort således:

	DMU/Amt	Sønderå opstrøms	Sønderå umiddelbart nedstrøms	Sønderå ca. 400 meter nedstrøms
April 2004	Sønderjyllands Amt	7	5	5
Oktober 2004	Sønderjyllands Amt	6	4	4
Marts 2005	DMU	7	6	6
Maj 2005	Sønderjyllands Amt	5	6	5
September 2005	Sønderjyllands Amt	5	4	4
September 2005	DMU	6	7	6
April 2006	Sønderjyllands Amt	6	6	6
Juni 2006	DMU	6	6	6

Målsætningen i Sønderå (DVFI 5) opstrøms Rens Dambrug har været opfyldt gennem hele perioden. To ud af 8 gange har målsætning umiddelbart nedstrøms og ca. 400 m nedstrøms Rens Dambrug ikke været opfyldt (DVFI 4), mens målsætningen ved de tre målinger DMU har foretaget har været opfyldt nedstrøms Rens Dambrug. En gennemgang af faunalisten nedstrøms dambruget viser at en række forureningstolerante arter forekommer hyppigt. Nogle af disse forekommer både op- og nedstrøms dambruget og tyder på en vis generel forureningspåvirkning både op- og nedstrøms Rens Dambrug, mens forekomsten af andre forureningstolerante arter kun nedstrøms Rens Dambrug viser en påvirkning fra dambrugets udledning, men påvirkningen er aftaget ved den seneste prøvetagning (juni 2006).

### Diskussion og primære udeståender

Der er tale om resultater fra 1. måleår og der er behov for resultater fra 2. måleår før der kan drages endelig konklusioner. De opnåede rensegrader og den resulterende uhørt lave specifikke udledning for alle parametre ser umiddelbart meget lovende ud og har været langt bedre end forudsat. Bag disse tal skjuler der sig dog dels det faktum, at der har væ-

ret et meget stort vandtab over plantelagunen (93%) og dels det faktum, at produktionen kun langsomt er kommet rigtigt i gang

Udover en langsom opstart har tilkommen sygdom i fiskene og flere unøjagtigheder i opgørelser over foder og drift besværliggjort såvel dambrugets drift som sikkerheden og fortolkningen af de opnåede resultater.

En del af den stofmængde, der føres over i slambassinerne fra produktionsanlæggets slamkegler og biofiltre transporteres igen med klaringsvandet til plantelagunerne, ligesom der i det første driftsår hyppigt er sket overløb fra slambassinet tilstødende arealer.

Disse ukontrollerede overløb og den korte opholdstid i slambassinet er flere gange blevet påtalt. Der er nu blevet etableret yderligere et stort slambassin, hvorefter de nævnte problemer synes at blive løst.

Det kan derfor formodes, at dambruget meget hensigtsmæssigt, vil kunne øge stoftilbageholdelsen i slambassinerne.

Et meget stort vandtab over plantelagunen påvirker vurderingen af nogle af rensegraderne, der formentlig bliver overvurderede, idet især opløste stoffer som ammonium og orthofosfat kan trænge med vandet ud af lagunen.

# 1 Indledning

Som et af resultaterne fra det af fødevareministeriet nedsatte dambrugsudvalg (Udvalget vedr. dambrugserhvervets udviklingsmuligheder) blev der i dette udvalgs rapport, marts 2002 (*Dambrugsudvalget, 2002*), peget på muligheden af etablering af mere ensartede typedambrug eller såkaldte modeldambrug.

Det ensartede koncept i modeldambrugene skulle muliggøre, at dokumentation samt viden og erfaring indhentet herpå, kunne finde anvendelse på andre modeldambrug af samme type, således at såvel drift som sagsbehandling, tilladelser m.v. kunne smidiggøres.

I såvel sideløbende som efterfølgende arbejder (eks.: Pedersen P.B. et al. 2003; Svendsen, L.M. & Pedersen, P.B.; 2004) samt notater og Bekendtgørelser (*Bekendtgørelse om modeldambrug, 2002* og *Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug, 2004*) er de nærmere specifikationer og krav til modeldambrug blevet defineret og fastlagt.

Tre typer modeldambrug er beskrevet (type 1, 2 og 3), hvor der for type 2 og 3 er åbnet for en deltagelse under en 2-årig forsøgsordning, i hvilken periode monitoring af den resulterende miljømæssige effekt skulle måles.

Ingen dambrug har ønsket ombygning til type 2 under forsøgsordningen, mens 8 dambrug af type 3 blev udvalgt til deltagelse i denne. Rens Dambrug er et af disse.

Det skal understreges, at listen over miljømæssige fordele ved modeldambrugsdrift er lang, som opgjort i Dambrugsudvalgets rapport jvf. nedenstående tabel.

Disse miljømæssige fordele opnås under alle omstændigheder ved etablering af modeldambrug. Formålet med monitoringsprojektet er således alene at udvikle og gennemføre et specificeret måleprogram for modeldambrug, baseret på kravene om målinger i Miljøministeriets "*Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*" og "*Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug (2004)*" for derigennem at fremskaffe den fornødne dokumentation for dambrugenens rensning samlet og for de enkelte renseforanstaltninger og for udledning af næringsstoffer og organisk stof, herunder for overholdelse af udlederkravene. Ifølge bekendtgørelsen skal DMU og DFU opstille et måleprogram, der skal tilvejebringe den omtale dokumentation.

De otte modeldambrug monitoreres derfor løbende af DMU og DFU over en 2-årig driftsperiode. På nogle dambrug, de såkaldte intensivt monitorerede, måles der over alle de forskellige dele af dambruget, mens der på andre som Rens Dambrug måles samlet over produktionsanlægget under et. Dette arbejde er blevet udført på baggrund af bevilling fra Fødevareministeriets Direktorat for FødevareErhverv via FIUF-midler, og er således støttet med 50 % fra den Danske Stat og 50 % fra EU. Der takkes hermed for den tildelte bevilling.



Vandløbet	Dambruget
<b>Fordele:</b> "Død å"-strækning fjernes Øget vandføring i dambrugen omløb Påvirkning af opstemning opstrøms reduceres, fjernes evt. helt Naturlige variationer i vandløbets vandføring opretholdes i omløbene Indtrængen af naturlig fauna i dambrugene reduceres Passageproblemer ved dambrugen opstemninger og vandindtag, herunder afgitring, indretning af faunapassage (både op- og nedstrøms), opstemning m.v. løses langt nemmere Udledning af medicin og hjælpestoffer reduceres Maksimumskoncentrationer af medicin og hjælpestoffer i vandløbene formindskes Fald i vandløbets iltindhold nedstrøms reduceres/undgås  <b>Ulemper:</b> Ingen	<b>Fordele:</b> Stabile produktionsforhold Påvirkninger fra variationer i indløbsvandets kvalitet reduceres eller elimineres Øget effekt af renseforanstaltninger Ved brug af drænvand/grundvand kan opnås højere vandtemperaturer om vinteren og lavere om sommeren Bedre muligheder for styring af management og produktionsmiljøet Reduceret smittepres Reduceret behov for anvendelse af medicin og hjælpestoffer, herunder kalkning Bedre arbejdsmiljø  <b>Ulemper:</b> Højere energiforbrug pr. kilo produceret fisk Øget udledning af CO <sub>2</sub> Risiko for opbygning af skadelige ammoniakkoncentrationer Øget behov for overvågning og styring af driftsforholdene Øget behov for backup-systemer: strøm, iltforsyning, pumper m.v.

Dokumentations- og monitoringsprojekt følges af en følgegruppe bestående af:

Niels Axel Nielsen, Fmd., direktør DFU

Torben Moth Iversen, vicedirektør DMU

Knud Larsen, Fødevareministeriet

Gitte Larsen, Skov- og Naturstyrelsen

Lars Christensen Clink, Direktoratet for FødevareErhverv – i januar 2007 erstattet af Henrik Haarh

Jens Ole Frier, Ålborg Universitet

Jacob Larsen, Ringkjøbing Amt, fra 1.1.2007 Holstebro Kommune

Henning Christiansen, Ribe Amt, i januar 2007 erstattet af Lenny Stølborg, Ikast-Brande Kommune

Lisbeth Jess Plesner, Dansk Akvakultur

Helge A. Thomsen, Danmarks Fiskeriundersøgelser

samt Per Bovbjerg Pedersen, Danmarks Fiskeriundersøgelser og Lars M. Svendsen, Danmarks Miljøundersøgelser.

Nærværende statusrapport indeholder alene målinger for Rens Dambrug.

Sluttelig skal der lyde en stor tak til alle andre involverede personer, institutioner m.v. som på hver sin vis har bidraget i det store arbejde. Specifikt takkes dambrugsejerne Majken Muus Meyer og Oluf S. Meyer og medarbejderne på dambruget samt teknisk personale ved DMU: Uffe Mensberg, Henrik Stenholt, Ane Kjeldgaard, Zdenek Gavor, Marlene Jessen og Carsten Nielsen og ved DFU: Tommy Nielsen, Peter Faber, Torben Filt Jensen, Ole Madvig Larsen, Jesper Knudsen, Milan Pavlovic og Erik Poulsen.

## 2 Beskrivelse af dambruget

### 2.1 Indretning

Rens Dambrug (Rens Damager 4, 6372 Bylderup-Bov) er beliggende ved Sønder Å, der er en del af Vidå-systemet. Vidå har et samlet opland på ca. 1.100 km<sup>2</sup>, og den har sit udløb i Vadehavet, der således er slutrecipient. Ved dambruget er medianminimumvandføringen på 955 l/s (*Sønderjyllands Amt, 2004*).

Dambruget er indrettet som et modeldambrug type III A (*Pedersen et. al., 2003*).

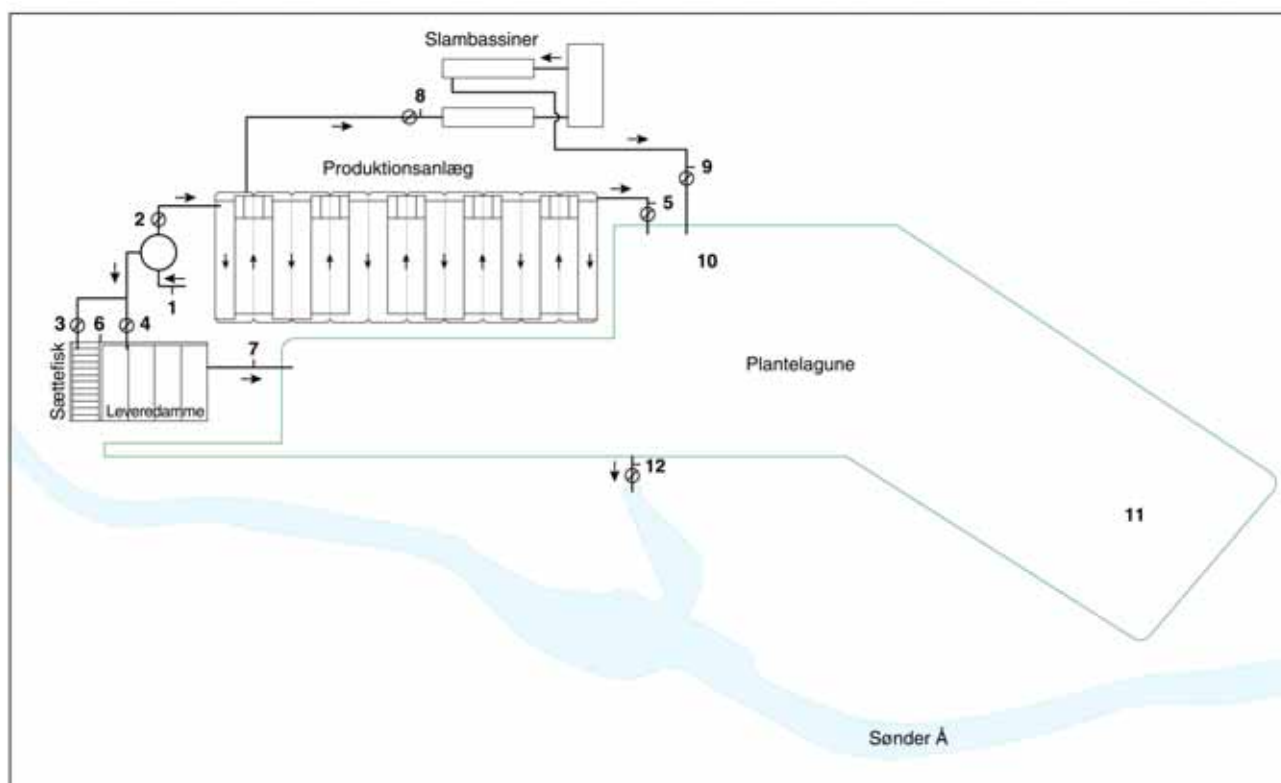
Dambruget består af 10 identiske produktionsenheder tilsammen produktionsanlægget, der hver er underopdelt i 2 sektioner. Derudover er der en sættefiskeenhed med 9 sektioner og 4 leveredamme/sorterkummer. Det recirkulerede vand ledes i produktionsanlægget igennem et biofilter, der er opdelt i 2 sektioner i hver produktionsenhed. Vandflow i sættefiskeanlæg løber efterfølgende igennem leveredamme til plantelagunen og er således adskilt fra vandflow i produktionsanlægget. Figur 1 er en principskitse af dambrugets opbygning med angivelse af vandflow.

Vandet bringes til at cirkulere i de forskellige produktionsenhederne via air-lift princippet, dvs. ved at den beluftning, som tilfører ilt til vandet, også løfter dette nogle centimeter. Beluftningen sker i såkaldte belufterbrønde.

Slam opsamles i pyramideformede slamkegler i bunden af produktions- og sættefiskeanlægget og pumpes sammen med returskyllevand fra biofiltrene op i et slambassin. Der er ved første måleårs afslutning 3 serieforbundne slambassiner, mens der kun var 2 i løbet af første måleår. Det klarede afløbsvand herfra samt afløbet fra selve produktionsanlægget ledes til en plantelagune. Efter passage af plantelagunen, der består af en del af de oprindelige jorddamme, kanaler og bundfældningsbassiner, løber vandet til åen. I det meste af det første måleår har tilledningen af slamvand til slambassin ikke fungeret optimalt, således at der gentagne gange er konstateret væsentlige overløb fra slambassin.

Produktionsanlægget er opdelt i 10 adskilte enheder, der hver er ca. 30 meter lange og 10 meter brede og med en vanddybde på ca. 1,5 meter. Hver enhed har et 2-delt bio-filter og er underopdelt i 2 sektioner. Sættefiskeenheden er ca. 7,5 X 20 meter, og den er opdelt i 9 sektioner og har biofilter. Leveredammene er samlet ca. 25 X 20 meter og opdelt i 4 sektioner. I alt er der ca. 5.200 m<sup>3</sup> vand i det samlede produktionsanlæg inkl. sættefisk, leveredamme, kanaler og filtre. Slambassinet har nu en samlet kapacitet på ca. 1.700 m<sup>3</sup>, men i det første måleår har der kun været 2 bassiner med en samlet kapacitet på ca. 600 m<sup>3</sup>. Plantelagunen har et areal på ca. 7.180 m<sup>2</sup> med en middeldybde på knap 0,7 m. Totalt har dambruget dermed et vandvolumen på ca. 10.740 m<sup>3</sup>. Med et samlet vandindtag på gennemsnitligt 58,1 l/s i det første måleår har der været en gennemsnitlig opholdstid på ca. 51 timer over dambruget. Opholdsti-

den for produktionsanlægget inkl. leveredamme kan beregnes til ca. 25 timer. Den forudsatte minimumsopholdstid i produktionsanlægget for modeldambrug type III er på 18,5 timer (*Bekendtgørelse som modeldambrug, 2002*).



**Figur 1** Rens Dambrug, opbygning og vandflow (ikke målfast). Nr. angiver målesteder som listet i tabel 1.

Nr.	Sted på dambruget	Målevariabel
1	Samlet vandindtag fra dræn	K, S, F**
2	Indløb, produktionsanlæg	K*, F, S*
3	Indløb, sættefisk	K*, F, S*
4	Indløb, leveredamme	K*, F, S*
5	Udløb, produktionsanlæg	K, F, S
6	Udløb, sættefisk	K, S
7	Udløb, sættefisk og leveredamme	K, S
8	Til slambassin fra produktionsanlæg: Returskyl biofilter, slamkegler	K, F, S, V
9	Udløb klaret slamvand	K, F, S
10	Plantelagune, øvre del	S
11	Plantelagune, midt	S
12	Udløb plantelagune/dambrug	K, F, S, N

**Tabel 1.** Oversigt over målepunkter på Rens Dambrug i det første måleår. Tallene til højre refererer til det konkrete målepunkt på figur 1. Der anvendt følgende forkortelser: K: Prøvetagning for kemiske analyser. F: Vandmængde. V = vandstand (i første slambassin) og S: Ilt, pH og temperatur; N = nedbør. \*samme som målepunkt. 1 \*\*sum af målepunkt 2, 3 og 4.

## 2.2 Måleprogram og måleperiode

Måleprogrammet startede oprindeligt i august 2005, men blev afbrudt dels pga. sygdom hos fiskene og lille fiskebestand samt at en del af de nødvendige indretninger på dambruget ikke var klar, således at det ikke var hensigtsmæssigt at fortsætte måleprogrammet. Dette blev genoptaget i oktober 2005 efter at en del af manglerne var lavet, men gennem det meste af første måleår har der ikke været etableret aftalte målemuligheder ift. især til- og fraførsel fra slambassin og ift. sættefiskeanlæg og leveredamme. Det officielle første måleår er blevet fra den 3. oktober 2005 til den 2. oktober 2006 begge dage inklusive.

I første måleår har der kontinuert (hvert 10. minut) været målt vandmængde, vandhastighed, vandstand, nedbør, temperatur, ilt og pH ved et eller flere målepunkter på dambruget jf. tabel 1. De instrumenter, som måler kontinuert, er typisk tilsluttet en datalogger, hvorfra data overføres til en PC, som er placeret på dambruget. Data overføres via internettet fra PC'en til DFU og lægges ind i en fælles database som DFU og DMU anvender i projektet. Vandmængder måles i de fleste målepunkter med elektronisk måler, et såkaldt vandur. I udløbet er der målt med vandur, da det samlede udløb fra dambruget sker via et rør. Vandstand måles i slambassinerne med en infrarød måler. I *Svendsen & Bovbjerg (2004)* findes flere informationer og baggrund og krav til måleprogram og en række tekniske detaljer.

Vandkemiske prøver er for indtagsvand målt som en punktprøve (øjebliksprøve) ca. 1 gang pr. måned (hver 14. dag i begyndelsen) eller i alt 15 gange i perioden. Vandkemiske prøver fra afløb produktionsanlægget (samlet for de ti produktionsenheder og nedstrøms biofilter i disse), afløb sættefiskeanlæg plus leveredamme, i klaringsvandet fra slambassin (slamtank) samt i afløbet fra plantelagunen (samlet afløb fra dambruget) udtages hver 14. dag med ISCO-glacier vandprøvetagere. En prøve består af en puljet prøve over et døgn, hvor der i en stor flaske tages 100 ml delprøve hvert kvarter, svarende til 9,6 l prøve på 24 timer pr. målested. Prøverne står koldt (4° C) og mørkt i prøvetageren, der er udstyret med

køleanlæg. Ved hvert målested er der som udgangspunkt målt i alt 27 gange i det første måleår, men grundet dels at der i perioder ikke var afløb fra dambruget i afløbet og grundet ikke aftalte ændringer i flow forhold omkring sættefiskeanlægget og leveredamme samt overløb fra slambassin mangler en række prøver. Der har reelt været muligt at udtage følgende antal prøver:

- Afløb produktionsanlægget: 27
- Afløb sættefiskeanlæg plus leveredamme: 16
- Klaringsvand: 26
- Afløb dambrug: 16

Herudover er der hver 14. dag taget vandkemiske prøver i forbindelse med henholdsvis tømning af slamkegler og returskylning af biofiltre i sleve produktionsanlægget. Endvidere udtages en samlet prøve for tømning af slamkegler og returskylning af biofiltre i sættefiskeanlægget. Her tages også puljede prøver men delprøverne er i 1 liter flasker, hvorfra der puljes. Afhængigt af hvor lang tid det tager at tømme slamkegler og returskylle biofiltre tages en række hyppige delprøver for repræsentativt at dække hele tidsperioden. Disse prøver tages med ISCO 6712-1 vandprøvetagere, der har et køleanlæg så prøverne står koldt (4° C) og samtidigt mørkt. Der har tilsvarende været indretningsmæssige problemer, der har medført at der ikke som planlagt har kunnet udtages 27 prøver i det første måleår, men kun:

- Returskylning og slamkegler sættefiskeanlæg: 15 prøver
- Returskylning biofiltre produktionsanlæg: 25
- Tømning slamkegler produktionsanlæg: 24

De vandkemiske prøver er analyseret for en række kemiske variable, fastlagt i *Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*. Det fremgår af tabel 2, hvilke variable der analyseres for, afhængigt af om der er tale om vandprøve taget i indtagsvandet (grundvand), slamvand (ved tømning af slamkegler, returskylning af biofiltre), afløb slambassin eller i produktionsanlæg og afløb fra dambruget. Analyserne er gennemført af akkrediteret laboratorium efter de standardanalysemetoder, der er foreskrevet ift. dambrug, herunder modificeret BI<sub>5</sub>.

Ved de målepunkter, hvor der udtages vandkemiske prøver måles hver 14. dag ilt, temperatur og pH med håndholdte præcisionsinstrumenter, som også anvendes ved kalibrering af de kontinuerte måleinstrumenter.

Parametre	Program A	Program B	Program C
	Fuld pakke: Udløb fra dambrug, op- og nedstrøms biofilter, afløb sættefiskanlæg og leveredamme	Grundvand (indtagsvand)	Returskylning biofilter, tømning slamkegler, afløb slambassiner
Suspenderet stof (SS)	x	(x)	x
Modificeret $BI_5$	x	(x)	x
COD	x	(x)	x
Total fosfor (P)	x	[x]	x
Orthofosfat-P	x	x	x
Total kvælstof (N)	x	[x]	x
Nitrat_nitrit-N	x	x	x
Ammonium-N	x	(x)	x

**Tabel 2** De vandkemiske parametre der analyseres for på de vandkemiske prøver, der er udtaget 1. måleår på Rens Dambrug. x i parentes angiver at disse parametre efter at være målt nogle gange kun måles 2-3 gange om året hvis det viser sig at værdien konsekvent er under detektionsgrænsen, mens x i kantet parentes viser at total kvælstof henholdsvis total fosfor ikke måles hver gang, hvis der ikke er signifikant forskel på totalen ift. de opløste fraktioner.  $BI_5$  er et mål for let omsætteligt organisk stof (biologisk iltforbrug over 5 dage). COD er et mere omfattende mål for organisk stof end  $BI_5$ , da det er et mål for det kemiske iltbehov for at omsætte det organiske stof. Ammonium er primært  $NH_4-N$ .

## 2.3 Væsentlige vilkår

I henhold til dambrugets miljøgodkendelse af 11. juni 2004 må der i forsøgsperioden anvendes 435 tons foder pr. år.

Miljøgodkendelsen angiver det maksimalt tilladelige vandforbrug til 65 l/s.

Der må maksimalt udledes følgende stofmængder fra dambruget:

$BI_5$ :	10 mg/l
$NH_4^+-N$ :	1,0 mg/l
Suspenderet stof:	10 mg/l
Total-N:	9,0 mg/l
Total-P:	0,7 mg/l

Vurdering af overholdelse af kravværdier og dermed af udledning af alle stoffer skal ske som tilstandskontrol efter DS 2399.

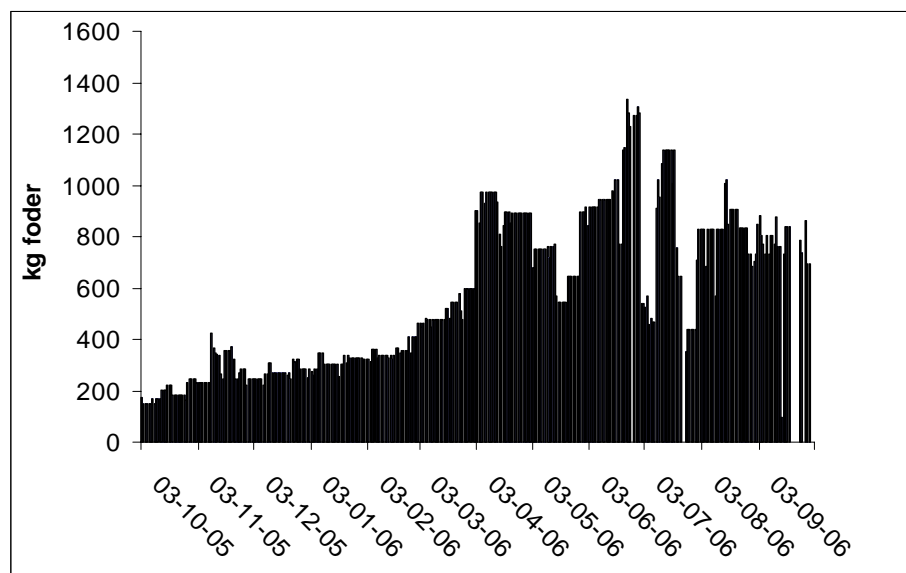
Iltmætningen i udløbet skal være 70 % til enhver tid.

## 3 Drift og produktion

### 3.1 Foderforbrug, produktion og foderkvotient

Første års målinger på Rens Dambrug er foretaget i perioden 3. oktober 2005 til 2. oktober 2006. I denne periode er der registreret i alt 278.311 kg foder i projektets database. Denne mængde stemmer imidlertid ikke overens med oplysninger om foderleverancer fra Aller Aqua på ca. 253.000 kg. Efter drøftelser med Rens Dambrug vurderes det, at der er i 1. måleår er anvendt 235.000 kg foder, men man har i en periode ind i første måleår brugt cirka 35.000 kg foder andetsteds. I alt vurderes der anvendt 205.000 kg foder på Rens Dambrug i 1. måleår, hvoraf en estimeret mængde på 3.872 kg foder er anvendt i dambrugets sættefiskanlæg.

Det daglige foderforbrug, der indgår som en vigtig faktor i udregningen af produktionsbidrag fra dambruget, er estimeret ud fra en korrektionsfaktor, baseret på det totalt indrapporterede foderforbrug (278 tons) og det estimerede forbrug (205 tons) samt det forhold, at anvendelse af 35 tons foder andetsteds ikke er sket over hele måleåret, men kun delvist jf. ovenstående. På den baggrund fremkommer et dagligt foderforbrug som vist i figur 2.



**Figur 2** Estimeret dagligt foderforbrug i produktionsafsnittet (eksklusiv sættefiskanlæg) på Rens Dambrug i første måleår.

På Rens Dambrug har man i første måleår haft forskellige indkøringsvanskeligheder, og man har derfor haft et forholdsvis lille foderforbrug, især i den første del af måleåret, hvor der efter en opstart af produktion i sommeren 2005 efterfølgende, grundet sygdom i fiskene, brugtes meget lidt foder i august og september 2005. Dambruget har således langt fra udnyttet den tilladelige foderkvote på 435 tons foder.



Det har ikke været muligt at beregne løbende fiskebestande i dambrugets produktionsenheder ud fra det indrapporterede, og udregningen af dambrugets foderkvotient er derfor baseret på efterfølgende oplysninger om start- og slutbestande samt døde og solgte fisk i 1. måleår. Hermed beregnes en produktion på 226,4 tons fisk inkl. døde fisk. Herved fremkommer en foderkvotient (foderforbrug (ton) / fiskeproduktion inkl. døde fisk (ton)) i dambrugets produktionsafsnit på 0,909. I dambrugets sættefiskanlæg er foderkvotienten estimeret til 0,750.

I tabel 3 er angivet hvilke fodertyper og -mængder, der er anvendt på dambruget i det første måleår.

Fodertype	Forbrug (kg)
Aller Aqua 576 XS (3 mm)	189.608
Aller Aqua 576 LT 2 mm	5.665
Aller Aqua Mini (1,3 mm)	1.623
Aller Aqua Futura (1-2 mm)	4.232

**Tabel 3** Anvendte fodertyper i produktionsanlæg på Rens Dambrug i det første måleår.

### 3.2 Produktionsbidrag

Udregningen af bidrag af de forskellige stoffer fra fiskeproduktionen (produktionsbidrag) i modeldambruget er foretaget som beskrevet i *Modeldambrug, specifikationer og godkendelseskrav, Arbejdsrapport fra DMU, nr. 183*. Der er udregnet produktionsbidrag for COD (total organisk stof), BI<sub>5</sub> (letomsætteligt organisk stof), total-N (total kvælstof) og total-P (total fosfor). Endvidere er bidraget af opløst kvælstof som udskilles over fiskenes gæller (hovedsageligt NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) blevet udregnet. Bidraget svarer til restleddet af kvælstof efter fradrag af den mængde kvælstof, der indbygges i fisken henholdsvis udskilles som fækalier i forhold til den totalt indtagne mængde kvælstof.

I denne rapport anvendes det normalt anvendte standardindhold af kvælstof og fosfor i ørred på henholdsvis 3 % og 0,5 %. I årsrapporten for 2. måleår vil mere præcise indhold i dambrugets relevante produktion blive anvendt i beregningen. Ligeledes er der anvendt et forhold mellem BI<sub>5</sub> og COD på 0,3, baseret på tidligere erfaringer og resultater. Dette vil blive undersøgt nærmere til statusrapporten for 2. måleår.

Det har som nævnt ikke været muligt at beregne foderkvotienter på Rens Dambrug ud fra oplysningerne i projektets database, og værdien på 0,909 er derfor anvendt i samtlige udregninger af produktionsbidrag fra selve produktionsanlægget. Udregningen af produktionsbidrag er sket på dagsbasis i hver af dambrugets sektioner, og bidragene er herefter summerede. Udover de konkrete estimerede foder-mængder er foderets kemiske sammensætning inddraget i udregningerne. Kemianalyse er foretaget på næsten alle foderleveringer (batches), men hvor disse værdier ikke foreligger, er der anvendt gennemsnitstal for de allerede analyserede fodertyper.

I forbindelse med at fiskene leveres, vurderes der at gå gennemsnitligt fire dage hvor fiskene ikke fodres, men hvor der vil være et mindre kvælstoftab fra fiskene. Derfor er der beregnet et produktionsbidrag af kvælstof på baggrund af generelle tal for stofomsætning hos fodertomme regnbueørreder. Derimod vurderes der kun at være et marginalt bidrag af organisk stof (COD og BI<sub>5</sub>) i forbindelse med levering, idet dette forventes udskilt som kuldioxid (CO<sub>2</sub>). Ligeledes forventes kun et marginalt bidrag af fosfor inden levering, hvorfor bidraget af COD og BI<sub>5</sub> og total fosfor her er sat til 0.

På tre forskellige foderleverancer er der foretaget fordøjelighedsforsøg, dvs. det er i kontrollerede forsøg undersøgt hvor stor en del af det indtagne foder og specifikke fedt-, protein- og kulhydrat- indhold, der udskilles som fækalier. Disse værdier er indsat i beregningerne af produktionsbidrag for den relevante batch. Hvis batchen ikke er undersøgt mht. fordøjelighed er der anvendt gennemsnitstal for den relevante fodertype. I enkelte tilfælde, f.eks. i forbindelse med leveringer af små fodermængder, er der anvendt estimerede værdier for fordøjelighed af foderet. Fordøjeligheden af træstof er i alle tilfælde sat til 0.

Der er ikke foretaget målinger af foderspild på Rens Dambrug, men ved indledende undersøgelser på andre modeldambrug er der ikke konstateret et nævneværdigt spild ved normal drift. Idet der dog af forskellige årsager må påregnes et mindre foderspild i visse perioder samt støv og smuld i foder, er der i denne rapport ved udregning af produktionsbidrag indsat en værdi på 1 % for foderspild på Rens Dambrug. Denne værdi vil blive søgt yderligere kvalificeret i 2. årsrapport.

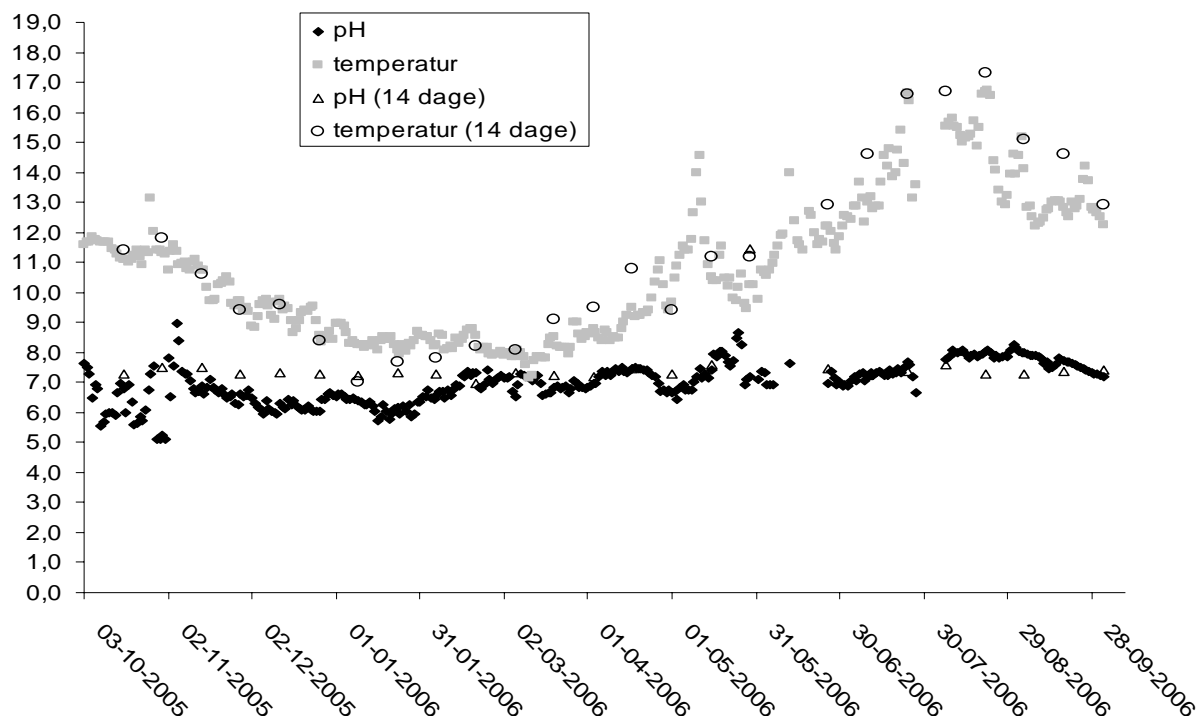
## 4 Temperatur, pH og ilt

Der er hvert tiende minut foretaget elektroniske registreringer af temperatur, pH og ilt i dambrugets produktionsanlæg, i plantelagunen samt i laguneudløbet. Hertil kommer, at der i forbindelse med udtagning af vandprøver hver 14. dag måles temperatur, pH og ilt på dambruget. Dataene indsamles blandt andet med baggrund i lovmæssige krav og for bedre at kunne forklare de processer, der foregår på dambruget f.eks. omsætning af organisk stof.

De kontinuerte registreringer har desværre vist sig ikke at fungere tilfredsstillende. Især logning af ilt har været problematisk, idet iltsonderne ikke er blevet rensset tilstrækkelig ofte, og idet de tilsyneladende er relativt følsomme overfor elektronisk støj fra andre kilder. På den baggrund er de kontinuerte iltmålinger ikke medtaget i figur 3 og 4 nedenfor.

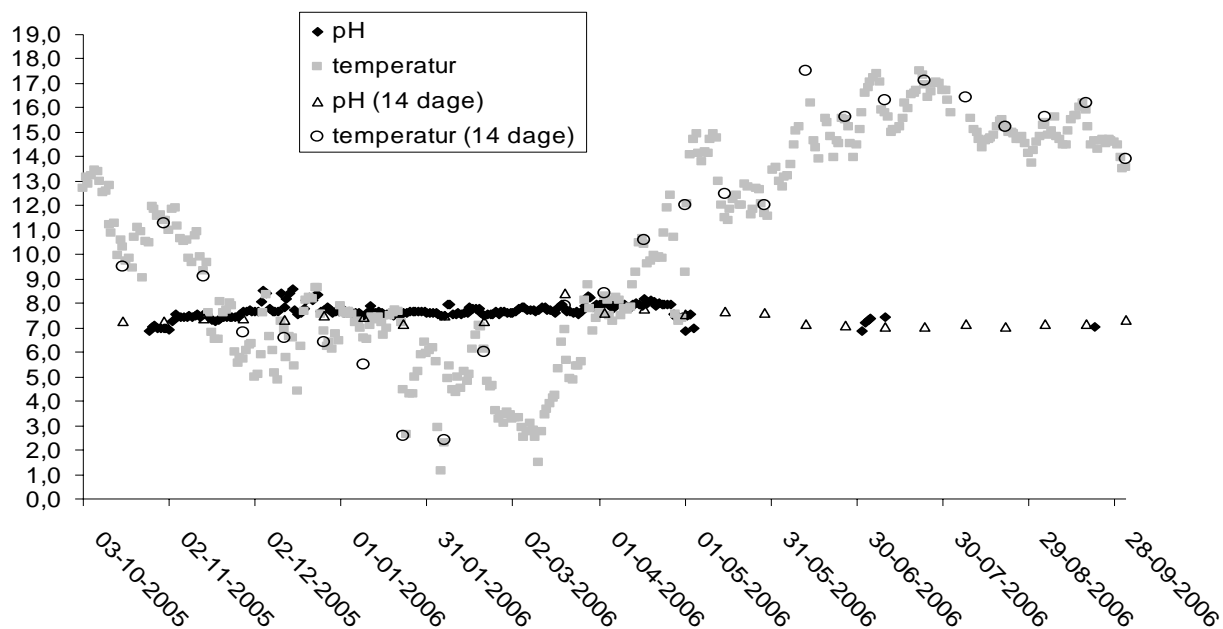
I figur 3 er vist daglige gennemsnitsværdier for temperatur (°C) og pH i dambrugets produktionsanlæg nedstrøms biofilteret. Der er endvidere angivet 14-dages målinger for temperatur og pH. Tilsvarende værdier for dambrugets udløb er vist i figur 4.

Baseret på 14-dages målinger har iltniveauet nedstrøms biofilter i produktionsanlægget ligget mellem 4,5 og 9 mg/l med de højeste værdier i perioden november 2005 til april 2006. I udløbet fra dambruget (før det opiltes inden det når vandløbet) er der målt mellem 1,5 og 9 mg/l med de højeste værdier i perioden februar til maj 2006.



**Figur 3** Gennemsnit pr. døgn for temperatur og pH nedstrøms biofilteret i produktionsanlægget på Rens Dambrug. Endvidere er der angivet målinger foretaget hver 14. dag på samme sted.

Det bemærkes, at gennemsnitsværdierne pr. døgn ikke er helt sammenlignelige med målinger der foretages hver 14. dag, idet sidstnævnte er "øjebliksmålinger" der foretages indenfor få minutter om formiddagen eller omkring middagstid.



**Figur 4** Gennemsnit pr. døgn for temperatur og pH inden beluftning i udløbet fra Rens Dambrug. Endvidere er der angivet målinger foretaget hver 14. dag på samme sted. På grund af fejl i de daglige pH-målinger er disse ikke medtaget i længere perioder.

## 5 Vandflow i dambruget

### 5.1 Måling af vandflow

Flowet bliver registreret kontinuert (hvert 10. minut) 7 steder i dambruget jf. tabel 1 og 4. Registreringen sker ved hjælp af elektromagnetiske flowmålere (vandure), der måler nøjagtigt med en usikkerhed på mindre end 1 %.

Grundet manglende færdiggørelse af dele af dambruget og andre indretningsmæssige forhold har to flowmålere ikke været monteret i længere perioder, henholdsvis i afløb fra sættefiskeanlæg plus leveredamme og i tilløb til slambassin. 2 af de elektromagnetiske flowmålere har endvidere haft perioder, hvor data enten er gået tabt eller har været fejlbehæftede. Problemerne har skyldtes underdimensionering af én af målerne (nr. 9 udløb klaret slamvand = klaringsvand) og elektronisk støj (nr. 5 udløb produktionsanlæg). Det største problem er, at flowmængden af klaringsvand fra slambassin, ikke er blevet målt korrekt i hele det første måleår. Det er her antaget, at afløbet fra slambassinene svarer til den tilledte mængde (8), hvilket er noget usikkert, da der i perioder for dette målepunkt har været driftsmæssige uregelmæssigheder. Udløbet fra produktionsanlægget kan opgøres ved hjælp af data fra indløbet (2) og skyllevand (8). Problemerne med flowmålerne har medført en forøgelse af usikkerheden, og en foreløbig vurdering er, at usikkerheden på middel-flowdata ved disse målesteder ligger mellem 0 og 20 %.

Målested	Navn på målested	Gennemsnitsflow l/s
2	Indløb, produktionsanlæg	56,6
3	Indløb, sættefisk	1,5
4	Indløb, leveredamme	0,0
1 (2+3+4)	Samlet vandindtag	58,1
5	Udløb, produktionsanlæg	53,8
7	Udløb, sættefisk og leveredamme	1,5
8	Slambassin fra prod. anlæg: returskyl biofilter + slamkegler	2,8
9	Udløb klaret slamvand	2,8
5+7+9	Samlet tilløb til plantelagune	58,1
12	Udløb plantelagune/dambrug	4,0

**Tabel 4.** Vandflow (l/sek.), gennemsnit ved målesteder på Rens Dambrug for 1. måleår.

Det samlede vandindtag har i gennemsnit for det første måleår været 58,1 l/sek., hvilket er lidt mindre end de tilladte 65,0 l/s. Vandindtaget til produktionsanlæg, sættefiskeanlæg og leveredamme sker fra et dræn-anlæg/-indtag placeret under produktionsanlægget.

Det samlede udløb fra produktionsanlæggene er ca. 2,8 l/sek. mindre end indløbet, hvilket svarer til den vandmængde, der bliver ført væk i forbindelse med skylning af filtre og tømning af slamkegler. Endvidere er der et ubetydeligt forbrug af vand ved udfiskning og sortering. Der sker således ikke noget egentligt tab af vand fra produktionsanlægget.

## 5.2 Returskylning af biofiltre og tømning af slamkegler

For at fjerne partikler bliver slamfælderne (kegler) i bunden af produktionsanlægget og sættefiskeanlægget tømt regelmæssigt, og tilsvarende bliver biofiltrene (retur)skyllet ved at sende vandstrøm modsat den normale strømretning. Alt slam bliver pumpet til slambassinerne. Tømning og skylning skal køre efter et fast skema, men afvigelser fra de faste procedurer sker i forbindelse med f.eks. flytning af fisk, sygdomsbehandling mv. Der er i forbindelse med besøg på dambruget i første måleår flere gange konstateret overløb fra slambassinet, som således er løbet over til omliggende arealer.

Under tømning og skylning pumpes ca. 55 l/s fra produktionsanlægget til slamtanken. Flowet varierer dog, idet pumpen ikke kører konstant. Den samlede vandmængde, der er blevet anvendt til tømning og skylning er som middel for hele måleåret opgjort til 2,75 l/sek. (8), hvilket svarer til ca. 5 % af det samlede vandindtag til dambruget.

## 5.3 Vandbalance

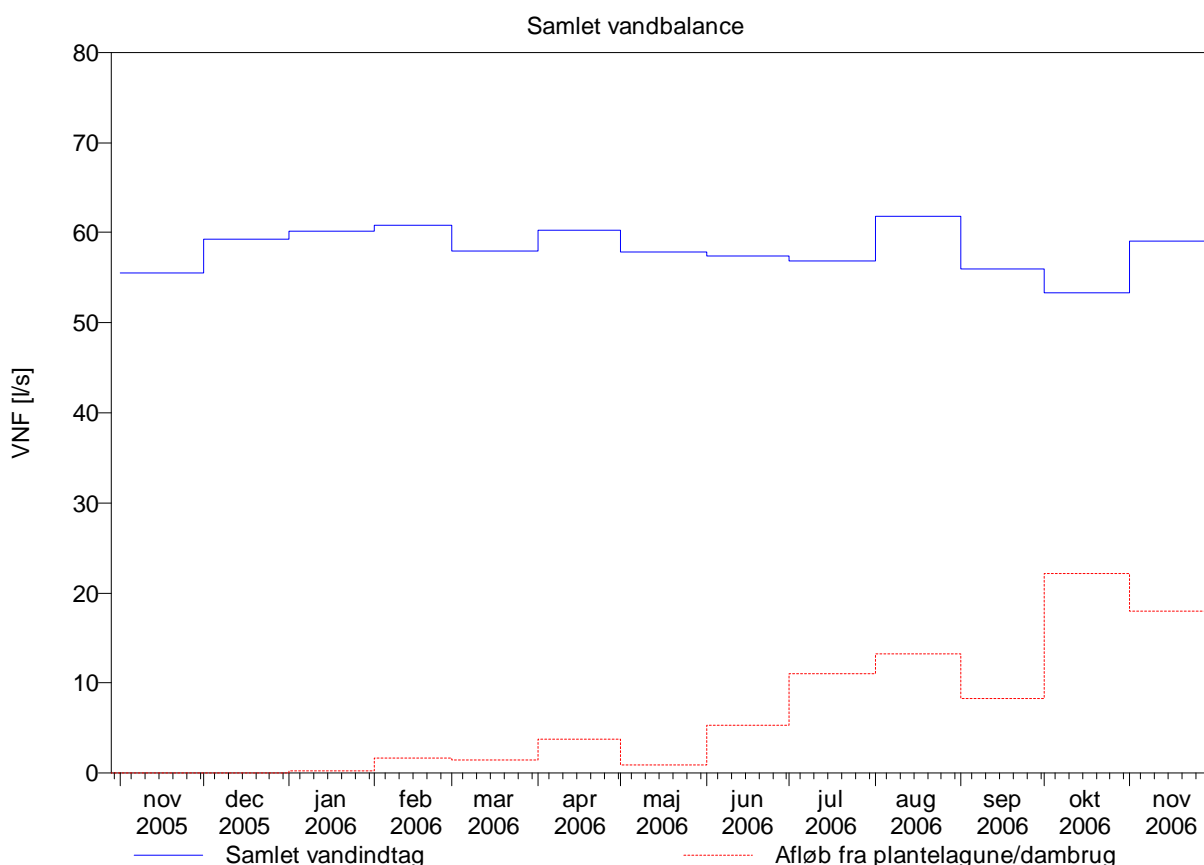
Det samlede vandindtag på 58,1 l/s stemmer overens med det samlede tilløb til plantelagunen. Dette er dog forbundet med en vis usikkerhed, på grund af de omtalte problemer med flowmålerne og overløb fra slambassiner til omliggende arealer. Mængden af overløbet kan ikke vurderes, men det antages dog at være af mindre betydning for vand- og stofbalancerne. Nedbør og fordampning i produktionsanlæggene har kun en meget ringe betydning for vandbalancen, da det på årsbasis kun vil tilføre hvad der som middel svarer til maksimalt 0,1 l/s.

Udløbet fra plantelagunen, og dermed dambrugets samlede afledning til vandløbet, var som middel for måleåret kun på 4,0 l/s. Da det samlede tilløb til plantelagunen som middel har været 58,1 l/s kan der konstateres et meget stort tab over plantelagunen på 54,1 l/s eller ca. 93 % i det første måleår. I den første halvdel af måleåret frem til foråret 2006 var udløbet fra Ren Dambrug (afløb fra plantelagunen) stort set tørlagt, og derefter begyndte der gradvist en vis afstrømning, så der sidst i måleåret, omkring oktober 2006 løber ca. 20 l/s jf. figur 5. Der er betydelige variationer i afløbsmængden, der bl.a. skyldes reguleringer af vandstanden i plantelagunen.

Der kan findes 3 mulige forklaringer på tabet af vand fra plantelagunen:

1. Der sker en nedsivning fra bunden af plantelagunen til grundvandet
2. Der sker en nedsivning til borer og dræn til dambrugets indvinding
3. Der er utætheder i afgrænsningen mellem plantelagunen og vandløbet

Ad 1. Hvis grundvandstanden er lavere end vandstanden i plantelagunen, vil der kunne ske en nedsivning. Afhængig af grundvandets strømningsretning, vil det tabte vand muligvis kunne strømme til vandløbet.



**Figur 5.** Samlet vandbalance over Rens Dambrug, månedsmiddel (l/s)

Ad 2. Nedsivning, hvis grundvandstanden er lavere som under pkt. 1, men endvidere indvindingen af vand til dambrugsproduktionen som sker fra overfladenære borer og dræn i umiddelbar nærhed af plantelagunen. Noget af det nedsivende vand kan strømme hertil og dermed blive genanvendt i produktionen.

Ad 3. Utætheder og udsivning vil kunne opstå, hvis der er en snæver afgrænsning med smalle dæmninger mellem plantelagune og vandløb, eller der kan være gamle bygværker, stem mv., som ikke er tætte.

På Rens Dambrug kan det store tab skyldes en kombination af alle 3 processer. Det virker meget sandsynligt, at der sker nedsivning til grundvand, da ådalens materiale er grus/sand. Det forekommer også sandsynligt at en del af det nedsivende vand kan strømme til vandindtaget i borerne. Hvor meget nedsivning, hvor stor en andel, der strømmer til borerne og hvor meget der evt. siver ud til vandløbet, kan ikke vurderes på det foreliggende datagrundlag. Det vil kræve en kortlægning af grundvandsbevægelser under og omkring dambruget, som ligger ud over måle- og dokumentationsprojektet, for at kvantificere de tre processer. Betydningen af dette vandtab i forhold til beregnede rensegrader over plantelagunerne, omtales senere.

En mindre del af tabet kan skyldes direkte utætheder mellem plantelagunen og vandløbet. På en del af strækningen mellem plantelagune og vandløb er der en dæmning, og der er ved besøg konstateret gennemstrømning i et gammelt afløbsrør i en kortere periode. Det er vanskeligt

at vurdere om dette er sket mere end kortvarigt, men samlet vurderes det dog, at tabet fra utæthederne er lille i forhold til tabet på grund af nedsivning. Samlet virker vandtabet over plantelagunen meget stort, men er der primært tale om nedsivning vil dette gradvist blive mindre, idet der sammen med nedsivningsvandet trænger fine partikler ned i jordlagene under plantelagunen, således at permeabiliteten forventes reduceret.

Som for produktionsanlægget har nedbør og fordampning kun ubetydelig indflydelse på vandbalancen i plantelagunen. Kun på enkelte dage kan det medføre, at vandbalancen viser mere afstrømning af vand end der løber til plantelagunen; dette i forbindelse med kraftigt regnskyl.

## **5.4 Recirkulationsflow**

Recirkulationen bliver drevet af luftpumperne i anlægget, så variationer i flowmængden vil være en funktion af behovet for beluftning. Der vil derfor normalt være sammenhæng mellem flowet og mængden af fisk i anlægget, og der vil være en tendens til større flow i sommerperioden. Recirkulationsflowet i produktionsenhederne er ikke registreret på Rens Dambrug.

## **5.5 Vandforbrug/fodermængde**

Ved at sammenholde det samlede vandindtag med det samlede foderforbrug er det opgjort, at der på Rens Dambrug er brugt ca. 8.940 liter vand pr. kg foder eller 8.090 liter vand pr. kg produceret fisk. Dette er en faktor 5 - 10 lavere end i et traditionelt gennemstrømningsdambrug.

## **5.6 Hydraulisk belastning af lagune**

Baseret på det beregnede areal af plantelagunerne (se kapitel 11) har den gennemsnitlige hydrauliske belastning af plantelagunen været 0,008 l/s pr. m<sup>2</sup> plantelagune og dermed kun ca. 1/3 af den forudsatte max. belastning på 1 l/s pr. 48 m<sup>2</sup> (0,021 l/s/m<sup>2</sup>) plantelagune i modeldambrugsbekendtgørelsen (*Bekendtgørelse om modeldambrug, 2002*).



## 6 Stofkoncentrationer forskellige steder på dambruget

Der er beregnet gennemsnitskoncentration for de analyserede, udtagne vandprøver i første måleår ved forskellige målestationer på Rens Dambrug (tabel 5). Endvidere er spredningen på koncentrationerne over 1. måleår beregnet baseret på det udtagne antal prøvesæt (mellem 15 og 27 gange jf. kapitel 2.2). Det giver et billede af hvordan der tilføres stof ved fiskeproduktionen og hvordan der fjernes stof via renseforanstaltningerne i dambruget bl.a. over slamkegler, biofiltre, slambassin og plantelagune.

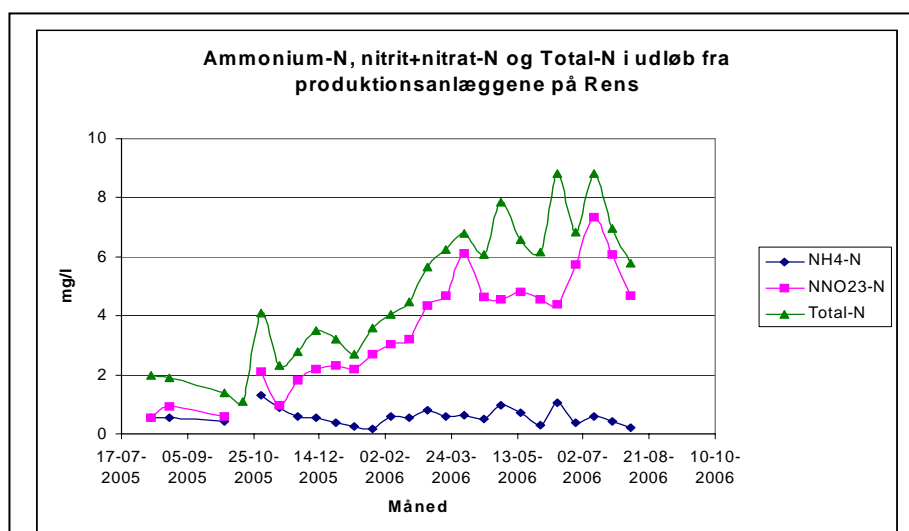
Der mangler op til 12 af 27 prøvetagningsrunder fra sættefiskeanlæg og leveredam, ligesom der mangler 11 prøvetagninger i afløbet fra dambruget (udløbet fra plantelagunen på Rens Dambrug), hvilket medfører, at en sammenligning af resultaterne mellem de forskellige prøvetagningssteder skal foretages med et vist forbehold. Det er i perioden fra oktober til februar, der primært mangler data fra nogle af prøvetagningsstederne. Det bemærkes at koncentrationerne fra især tømning af slamkegler er meget høje for alle kemiske variable på nær for nitrat kvælstof, men også skyllevand fra biofiltrene har meget højere værdier end i afløbet fra selve produktionsanlægget. Desuden er gennemsnitsværdierne for ammonium, total-kvælstof, total-fosfor og for organisk stof (BI<sub>5</sub> og COD) samt for suspenderet stof meget høje i afløbsvand fra slambassin (klaringsvand), hvor de er på niveau med eller højere end koncentrationen for returskyllevandet fra biofiltre for flere parametre.

Spredningen på koncentrationerne over det første måleår er størst ved de høje koncentrationer som for slamvand fra tømning af slamkegler, returskyllevand fra af biofiltre klaringsvandet fra slambassin. Spredningen målt som procent af gennemsnitskoncentration (variationskoefficienten) er størst i afløbet fra dambruget, samt i klaringsvandet fra slambassin og slamvand ved tømning af slamkeglerne. For de enkelte kemiske parametre er variationskoefficienten størst for ammonium kvælstof og ortho-fosfat fosfor på over 100 % og lavest for COD med knap 50 %.

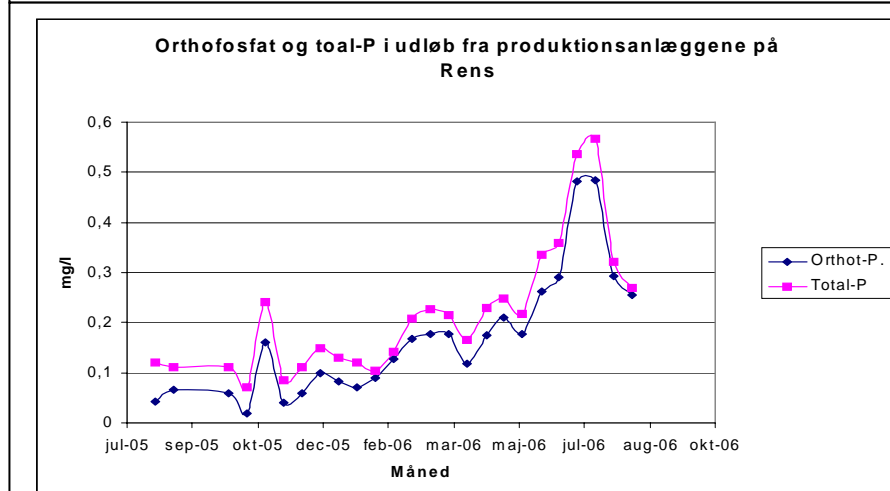
Målesteder	NH <sub>4</sub> -N		NO <sub>23</sub> -N		Total-N		Ortho-P		Total-P		BI <sub>5</sub>		COD		Susp. stof	
	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std
Boring	0,1	0,0	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0	0,4	15,0	3,9	1,1	0,7
Afløb sættefiskanlæg	0,3	0,1	3,5	2,2	6,7	7,8	0,2	0,2	0,2	0,2	1,5	0,7	16,4	4,2	1,6	0,6
Afløb sættefisk. + leveredam	0,4	0,7	2,1	1,2	3,5	2,3	0,0	0,0	0,2	0,1	4,6	4,4	26,9	14,6	9,1	11,7
Afløb produktionsanlæg	0,6	0,3	3,5	1,9	4,8	2,3	0,2	0,1	0,2	0,1	2,5	0,5	21,3	4,5	2,2	1,1
Slamvand sættefisk/lev.damme	2,5	4,5	2,3	1,7	20,5	13,2	1,1	2,2	13,8	8,5	179	140	550	343	523	321
Returskyl biofilter prod. anlæg	2,2	2,9	3,2	2,1	30,7	16,6	0,3	0,2	13,0	7,4	152	89,4	554	276	562	384
Slamkegler prod. anlæg	22,5	35,0	0,9	1,1	151	119	20,5	34,9	95,9	99,5	2.899	2.631	6.072	4.857	4.649	3.789
Klaringsvand slambassin	12,9	18,5	0,8	1,4	28,1	30,8	2,3	4,1	7,0	8,2	87,8	64,0	287	234	189	215
Afløb plantelagune	0,6	0,8	3,3	1,8	4,6	2,6	0,2	0,2	0,3	0,2	2,3	1,4	25,4	9,6	2,4	1,6

**Tabel 5** Gennemsnitskoncentrationen (Gen) for de kemiske variable og spredningen (Std) for det første måleår forskellige målesteder på Rens Dambrug. Slamvand fra sættestiskeanlæg og leveredamme dækker både tømning fra slamkegler og returskylning af biofiltre i sættestiskeanlægget.

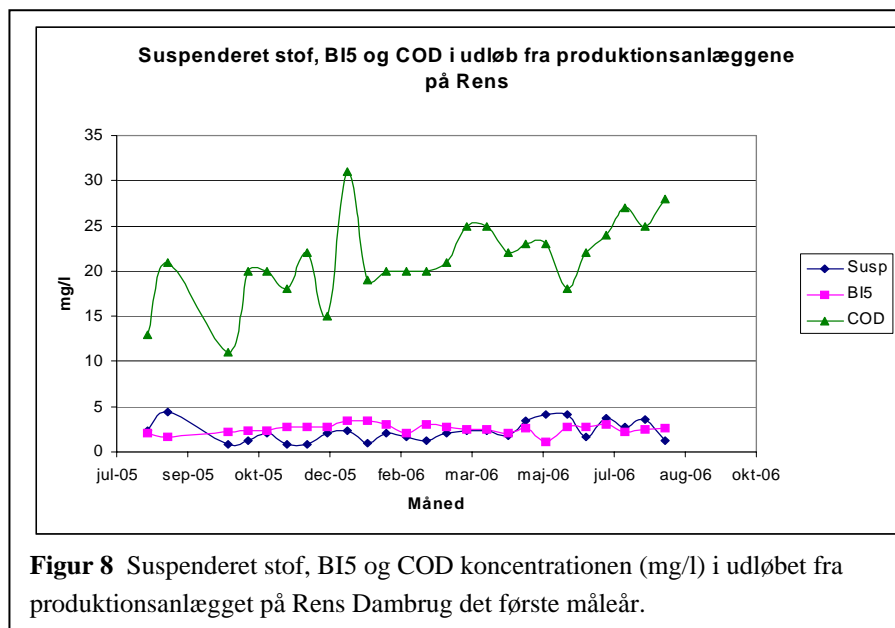
I figur 6-8 er vist koncentrationsforløbet for de kemiske parametre i udløbsvandet fra selve produktionsanlægget til plantelagunen. For nitrat-nitrit og total kvælstof er der en mere eller mindre jævn stigning i koncentrationen gennem første måleår på nær i den sidste måned, hvor der er et koncentrationsfald (figur 6). Koncentrationen af ammonium kvælstof forbliver lav i hele måleperioden (0,2 -0,9 mg/l). Orthofosfat og total fosfor har et lignende forløb som total kvælstof, dog med en kraftig koncentrationsstigning fra maj til juli 2006 (figur 7). Koncentrationen af organisk stof målt som  $BI_5$  og suspenderet stof i afløbet fra selve produktionsanlægget holder det samme niveau gennem hele måleåret på godt 2 mg/l (figur 8). Derimod er der en svag stigning over måleåret for organisk stof målt som COD. Stofkoncentrationerne i udløbet fra produktionsanlæggene indgår i beregningerne af stoftilførslen til plantelagunen.



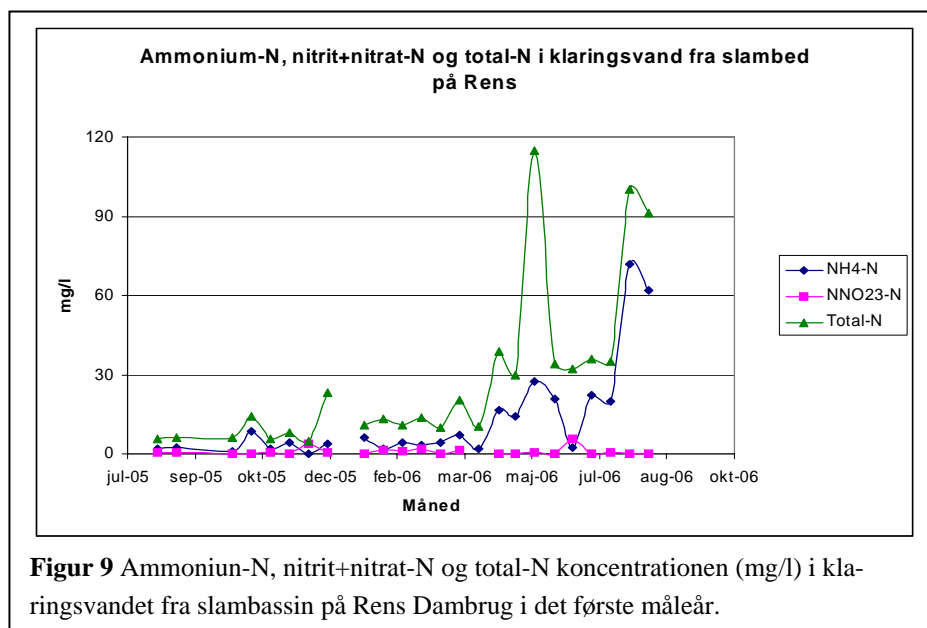
**Figur 6** Ammonium, nitrit+nitrat kvælstof og total kvælstof koncentrationen (mg/l) i udløbet fra produktionsanlægget på Rens Dambrug det første måleår.

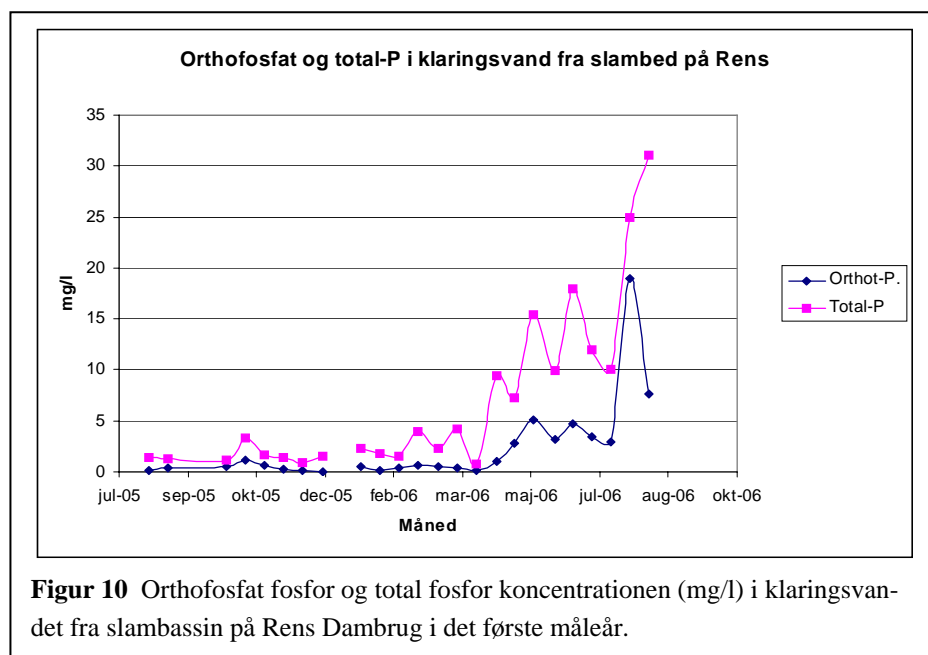


**Figur 7** Orthofosfat fosfor og total fosfor koncentrationen (mg/l) i udløbet fra produktionsanlægget på Rens Dambrug det første måleår.

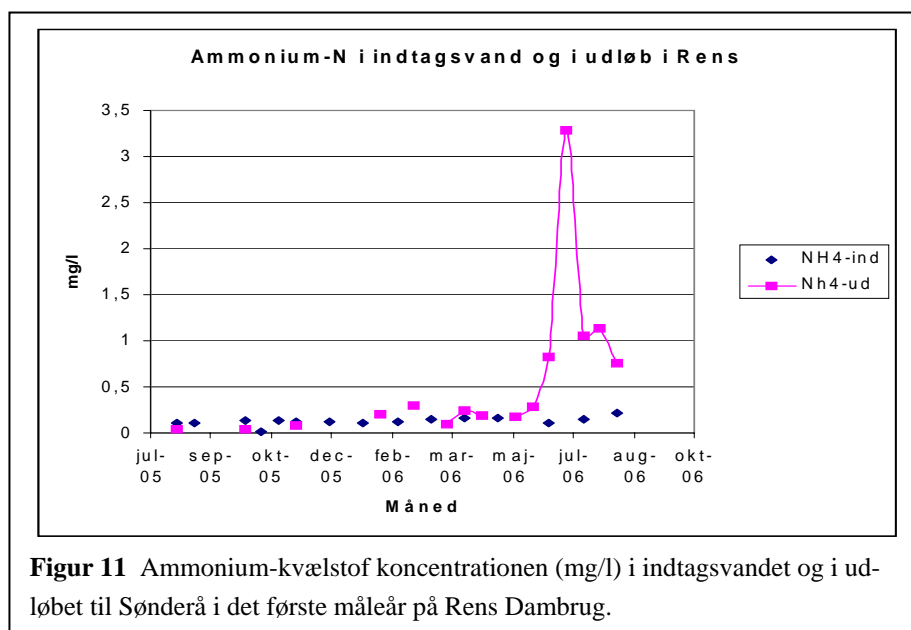


En anden væsentlig stofkilde til plantelagunen er klaringsvandet fra slambedet. Koncentrationsforløbet for klaringsvandet har i løbet af foråret og sommeren 2006 haft kraftig stigning og ligget på væsentligt højere koncentrationsniveau for kvælstof og fosfor end resten af det første måleår (figur 9 og 10). Tilsvarende stigninger gælder også for COD og suspenderet stof (ikke vist).

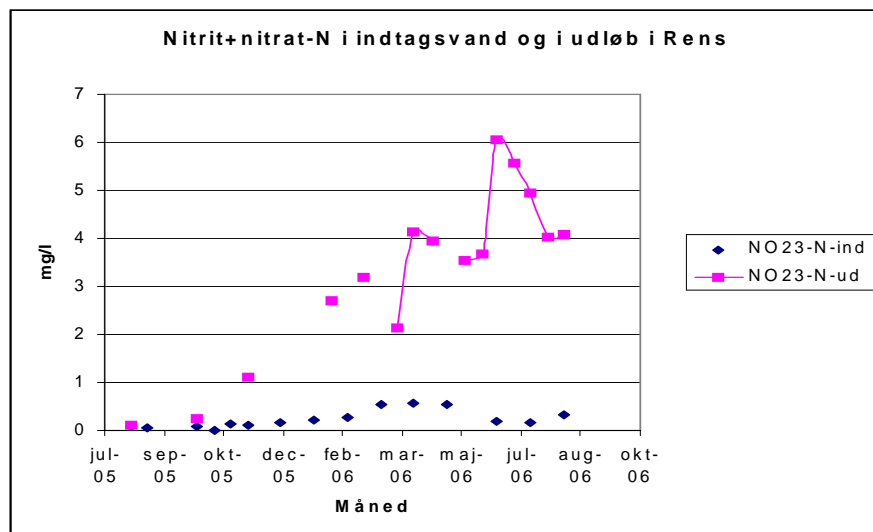




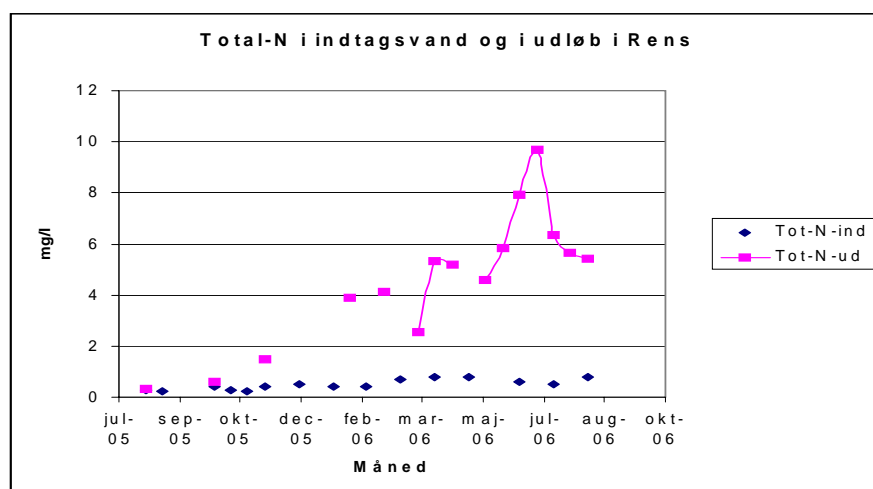
Figur 11-18 giver koncentrationsforløbet for de målte kemiske parametre i indtagsvandet og i afløbet fra plantelagunen (dvs. afløb fra dambruget). Disse værdier indgår i den statistiske beregning af overholdelse af udledningskravene (kapitel 7). Grundet periodisk manglende afløb i udløbet fra plantelagunen er der kun 15-16 målinger for de forskellige stoffer det første måleår mod planlagt 27.



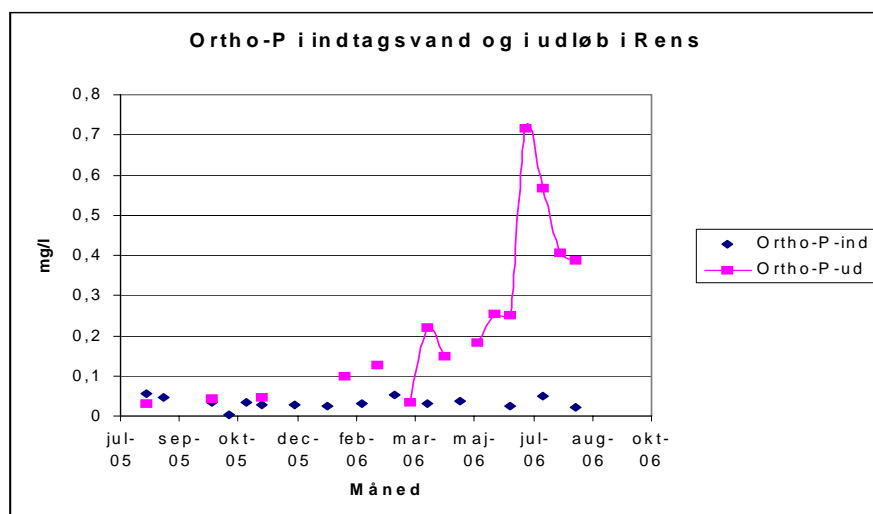
I indtagsvandet er der mindre variationer i koncentrationen gennem måleåret for de enkelte kemiske stoffer med størst variation for organisk stof målt som BI<sub>5</sub> og COD og for suspenderet stof. For udløbsvandet fra plantelagunen er der markante stigninger i forår og sommerperioden 2006 for kvælstof og fosforfraktionerne. For BI<sub>5</sub> og COD og suspenderet stof er der relativt store variationer over året, men et evt. vurdering af et udviklingsforløb i koncentrationerne kompliceres væsentligt af, at der i længere perioder af måleåret ikke er afløb ud af plantelagunen.



**Figur 12** Nitrat+nitrit-kvælstof koncentrationen (mg/l) i indtagstvånd og i udløbet til Sønderå i det første måleår på Rens Dambrug.

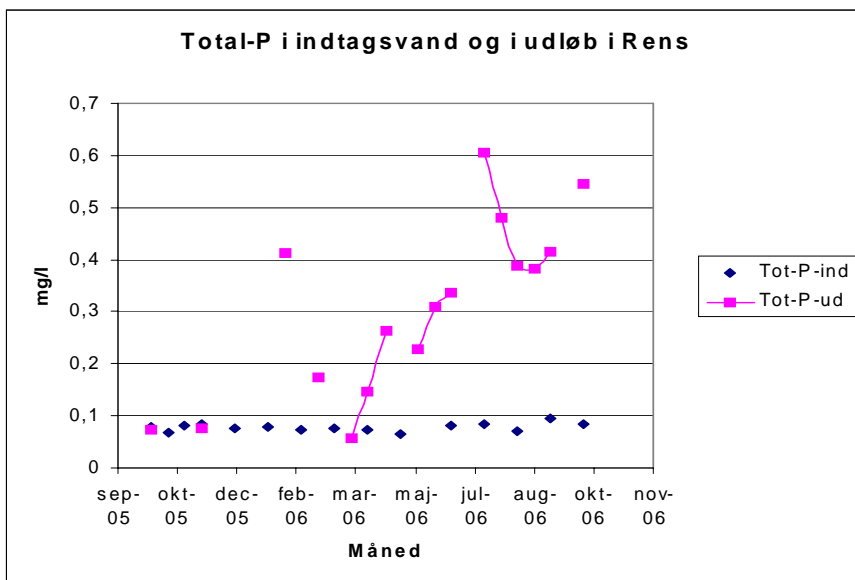


**Figur 13** Total-kvælstof koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet til Sønder Å i det første måleår på Rens Dambrug.

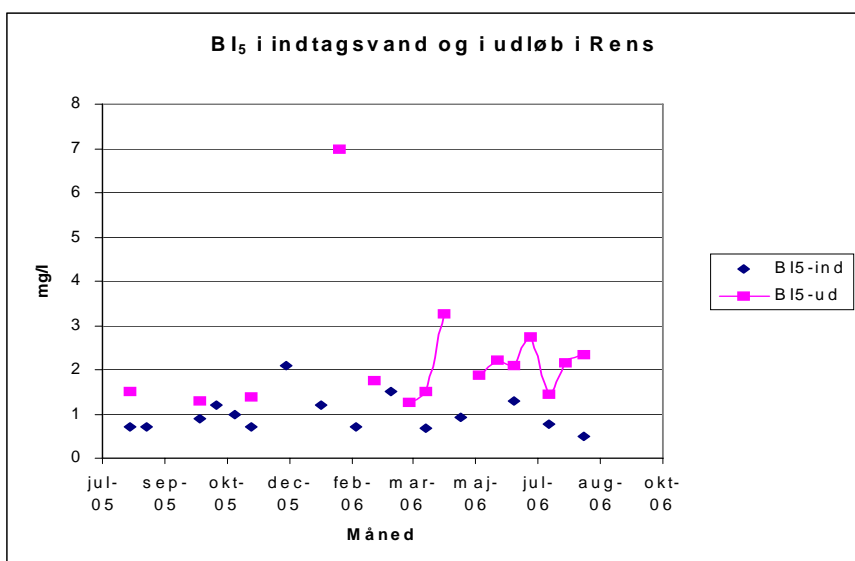


**Figur 14** Orthofosfat fosfor koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet til Sønderå i det første måleår på Rens Dambrug.

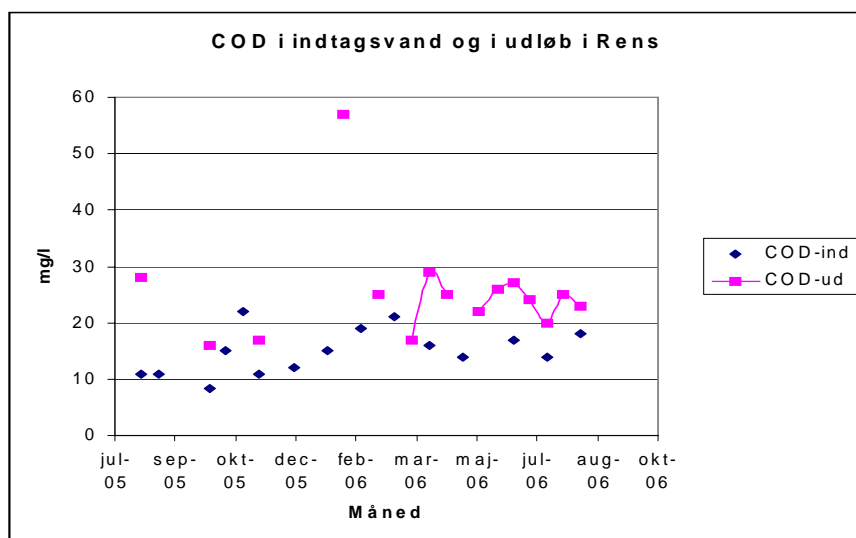
I lighed med nitrat kan orthofosfat optages af planterne og algerne i plantelagunen og derfor kan der forventes størst optag heraf i planternes vækstsæson om sommeren som skulle reducere koncentrationen heraf i plantelagunen, men denne effekt udviskes af det stigende bidrag af fosfor og kvælstof fra produktionsanlægget og klæringsvandet i denne periode gennem måleåret og især i det sene forår og sommeren 2006.



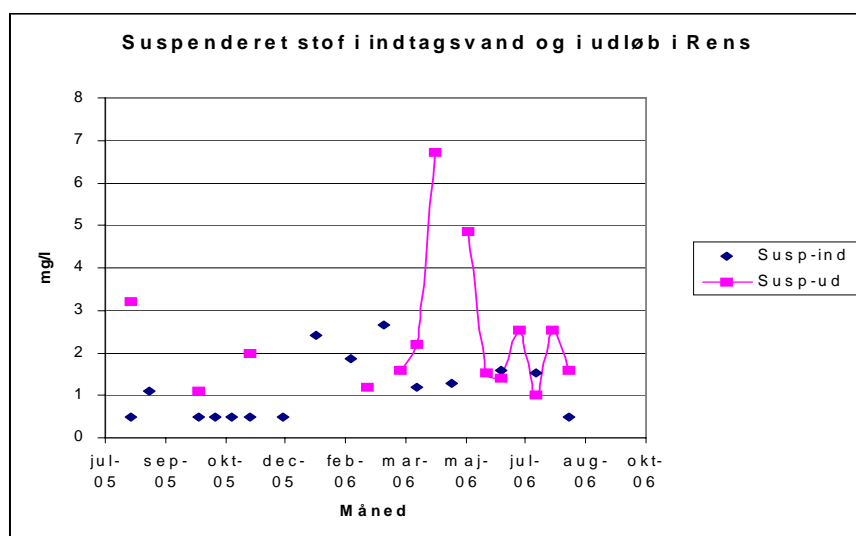
**Figur 15** Total fosfor koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet til Sønderå i det første måleår på Rens Dambrug.



**Figur 16** Organisk stof målt som BI<sub>5</sub> koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet til Sønderå i det første måleår på Rens Dambrug.



**Figur 17** Organisk stof målt som COD koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet til Sønderå i det første måleår på Rens Dambrug



**Figur 18** Suspenderet stof koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet til Sønderå i det første måleår på Rens Dambrug.

## 7 Overholdelse af udlederkrav

I kapitel 5 godkendelsen for miljøgodkendelsen for Rens Dambrug er der opstillet en række udlederkrav i forsøgsperioden (*Sønderjyllands Amt, 2004*). Om kravværdierne står i miljøgodkendelsen: "... er de anførte kravværdier at betragte som en forøgelse af koncentrationen i forhold til det indvundne grund- og drænvand. I praksis laves kontrollen ved at den beregnede kontrolstørrelse sammenlignes med kravværdien plus gennemsnittet af årets prøver af grund- og drikkevand". Sønderjyllands Amt har stillet krav om, at overholdelse af udlederkravene foretages ved tilstandskontrol for alle 5 parametre efter Dansk Standard 2399 (*Dansk Standard, 1999*), dvs. som afløbskontrol og med statistisk kontrolberegning som for afløbsdata fra virksomhed.

DS 2239 er imidlertid beregnet til kontrol alene på udledninger, dvs. hvor der ikke er en koncentration i indløb (indtagsvand), hvor udledningerne fra dambrug bør foretages med udgangspunkt i forskellen i koncentrationen hen over et dambrug dvs. på koncentrationsforøgelsen over dambruget, jf. *Bekendtgørelse for modeldambrug (2002)* og anbefalingerne i faglig rapport nr. 60 fra DMU om "Afløbskontrol fra dambrug" (*Larsen og Svendsen, 1998*). Endvidere bør kontrollen for f.eks. total-kvælstof og total-fosfor gennemføres som transportkontrol.

DS 2339 kan kun anvendes på den faktiske koncentration i udledningerne og ikke på koncentrationsforskelle, fordi der i DS 2339 skal omregnes til logaritmen af koncentrationen. Der kan ikke tages logaritmen af negative koncentrationer, som opstår i de tilfælde hvor indløbskoncentrationen er højere end den i udløbet fra dambruget. Endvidere er logaritmen til differencen mellem to koncentrationer (dvs.  $\log(a-b)$ ) ikke det samme som forskellen mellem logaritmen på de samme to tal (dvs. som  $\log(a) - \log(b)$ ). Det er derfor ikke fagligt korrekt at anvende DS 2399 ved udlederkontrol på dambrug, som opererer med forskelskoncentrationer.

I tabel 6 er udlederkontrollen dels beregnet efter DS 2399 og dels som forudsat i *Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*, dvs. efter *Larsen og Svendsen (1998)*. Det antages at sikkerheden for overholdelse af udlederkravene skal være 95 % (sikkerheden for miljøet) som forudsat i Dambrugsbekendtgørelsen og anbefalet i *Pedersen et al. (2003)*. Sædvanligvis regnes 95 % statistisk sikkerhed for at være temmelig høj.

Ved Rens Dambrug har der i flere tilfælde ikke været nogen vandafstrømning i dambrugets afløb, hvorfor det kun har været muligt at udtage prøver her 16 gange (dog kun 15 for suspenderet stof og total fosfor) i første måleår. Justeringsfaktoren ved beregning af kontrolværdi for overholdelse af udlederkravene er justeret for dette forhold.



Kontrol parameter	Kravværdi jf. Miljøgodk.  mg l <sup>-1</sup>	Gens. konc. friskvand 1.måleår mg l <sup>-1</sup>	Udled- ning efter DS 2399 mg l <sup>-1</sup>	Udledning efter Bekendt. modeldam- brug mg l <sup>-1</sup>	Teoretiske krav- værdier fra Dam- brugsbekendtgø- relsen mg l <sup>-1</sup>
Susp. stof	10	1,2	2,89	2,52	44 (3,0)
NH <sub>4</sub>	1,0	0,14	0,69	0,91	6,0 (0,4)
Total-N	9,0	0,56	6,20	5,77	9,0 (0,6)
Total-P	0,7	0,078	0,358	0,310	0,7 (0,05)
BI <sub>5</sub>	10	1,0	2,56	2,10	10,3-14,7 (0,7-1,0)

**Tabel 6** Kontrol på udledningerne fra Rens Dambrug det første måleår. De statistiske udlederværdier er beregnet dels ud fra DS 2399 dels beregnet efter miljøgodkendelsen udlederkrav men som anbefalet i Bekendtgørelsen om modeldambrug, jf. *Larsen og Svendsen (1998)* dog som tilstandskontrol. Der er beregnet efter en statistisk sikkerhed på overholdelse af udledninger på 95 % og i justeringsfaktoren at der taget højde for antallet af prøver. Udlederkravene er overholdt for alle parametre. Såfremt de beregnede kontrolstørrelser i kolonne 4 eller 5 er mindre end summen af koncentrationen i kolonne 2 og 3 er udlederkravet overholdt. Sidste kolonne er de beregnede udlederkravværdier, hvis dambrugsbekendtgørelsens vejledende udlederkravværdier (som er angivet i parentes) ganges med forholdet mellem tilladt samlede vandindtag før ombygning (svarende til median minimum opstrøms) og max. vandindtag efter ombygning, dvs. 955 l/s divideret med 65 l/s = 14,7.

Den statistisk beregnede udlederværdi, der sammenholdes med udlederkravet plus gennemsnitskoncentrationen i friskvandsindtaget (sum af kolonne 2 plus 3 i tabel 6), findes som gennemsnitskoncentrationen i kontrolperioden plus spredningen på koncentrationerne i kontrolperioden ganget med en statistisk justeringsfaktor, som beregnes jf. *Larsen og Svendsen (1998)* og *Pedersen et al. (2003)*. For den statistiske justeringsfaktor er der taget højde for, at der kun har været 15-16 prøver i det første måleår mod forudsat 26. Udlederkontrollen modificeret efter miljøgodkendelsen viser, at Rens Dambrug har overholdt alle udlederkrav i det første måleår. Det samme viser kontrollen udført efter bekendtgørelsen om modeldambrug. For ammonium kvælstof ligger kontrolværdien ca. 20 % under kravværdi plus gennemsnitskoncentrationen i friskvand, for de øvrige kemiske parametre er overholdelsen endnu mere sikker.

I tabel 6 er også angivet, hvad kravværdien teoretisk ville blive efter Dambrugsbekendtgørelsens vejledende udlederkravværdier, såfremt hele reduktionen i vandindtaget sammenlignet med før ombygningen til et modeldambrug, blev godskrevet dambruget. Det findes ved at gange en faktor 14,7 på Dambrugsbekendtgørelsens udlederkravværdier, hvor faktoren findes som forholdet mellem medianminimum vandføringen i Sønderå ved Rens Dambrug og det tilladte vandindtag efter ombygning på 65 l/s. Det fremgår, at der for suspenderet stof er en skærpelse i tilladelsen på en faktor 4,4 og for ammonium kvælstof på en faktor 6 ift. fuld kompensation for reduktionen i vandindtaget.

Det er vanskeligt at vurdere, hvilken betydning det store vandtab på hele 93 % over plantelagunen i det første måleår har haft for overholdelse af udlederkravene, men alt andet lige må det antages, at variationen i koncentrationen af de forskellige stoffer i udløbet mindskes og at udlederkravet dermed lettere har kunnet overholdes. Med et forventet mindre vandtab over plantelagunen i andet måleår vil problemstillingen bedre kunne vurderes.

## 8 Massebalancer

### 8.1 Produktionsbidrag

Det vurderes at foderforbruget i det første måleår på Rens Dambrug har været på i alt 205 tons, men det er forbundet med usikkerhed, da det ikke svarer til registreringerne i projektets database (jvf. kapitel 3). Der er beregnet en produktion på 226,4 tons fisk (inkl. døde), dvs. med en foderkvotient for hele dambruget på 0,909, mens der for sættefiskeanlægget af det samlede foderforbrug er anvendt 3.872 kg og antaget en foderkvotient på 0,75. I kapitel 3.2 er redegjort for beregning af de samlede produktionsbidrag, som fremgår af tabel 7 med antagelse om 1 % foderspild.

Produktionsbidraget vil være underestimeret, da der er anvendt det normalt foreskrevne standardindhold af kvælstof og fosfor i fisk på henholdsvis 3 % og 0,5 % i beregningerne heraf. I rapporten for 2. måleår vil mere præcise indhold i dambrugets relevante produktion blive anvendt til beregningen..

Produktionsbidrag for (produktionsanlæg + sættefiskeanlæg og leve- redam	NH <sub>4</sub> -N	Total-N	Total-P	BI <sub>5</sub>	COD
1 kg	7.285	8.899	1.087	16.047	53.489
1 kg pr. tons foder	35,5	43,4	5,3	78,3	261
1 kg pr tons fisk i prod. anlæg + sættefisk og le- verdam	32,2	39,3	4,8	70,9	236

**Tabel 7** Beregnede produktionsbidrag for det første måleår på Rens Dambrug opgjort i kg, kg pr. tons foder og kg. pr. tons produceret fisk.

### 8.2 Massebalancer

Der er i de forskellige dele af dambruget beregnet, hvor store stofmængder, der er tilført og afledt. Hermed kan der beregnes massebalancer hen over f.eks. selve produktionsanlægget, sættefiskeanlægget, plantelagunen, over hele dambruget m.v. En stofmængde er (fraset produktionsbidraget) beregnet ved at gange en daglig vandmængde på et givent målested med den tilhørende døgnmiddelkoncentration. Vandmængderne måles som beskrevet i kapitel 2 kontinuert i en række målepunkter for hvilke målingerne er summeret til en døgnmiddel vandmængde. De døgnlige stofkoncentrationer er fundet ved lineær interpolation mellem de målte døgnmiddelkoncentrationer fra prøvetagning af vandkemiske prøver hver 14. dag (eller hvor der mangler målinger interpolation over endnu længere perioder). Stofmængderne til slambassin kommer som returskyllevand fra biofiltre og slamvand fra tømning af slamkeglerne i henholdsvis selve produktionsanlægget og i sættefiskeanlægget. De er beregnet som gennemsnittet af de stofmængder der hver 14. dag er beregnet for den enkelte skylning. Den gennemsnitlige mængde for tømning af slamkegler og returskylning af biofiltre er multipliceret med antallet af skylninger, som dambrugerne har oplyst for det første måleår.

Der er en betydelig usikkerhed forbundet med en estimering af stofmængder til slambassin, grundet overløb i slambassin, usikkerhed på vandmængder til slambassin grundet driftsmæssige forhold, usikkerhed med dambrugets registrering af tidspunkt og varighed for returskylning og tømning af slamkegler. Stofmængderne forskellige steder på dambruget fremgår af tabel 8.

De to kilder til stofinput er boringen (indtagsvandet = I) og foder (produktionsbidraget eller bidrag fra fiskeproduktionen = P). Produktionsbidraget ses som et stofbidrag fra slamkegletømning i produktionsanlægget, returskylning af biofiltre i produktionsanlægget samt via de forøgede stofmængder, der løber ud af produktionsanlægget til plantelagunerne.

Som omtalt i kapitel 5.3 mistes der netto i gennemsnit 93 % vand i det første måleår over plantelagunen formodentlig mestendels via udsivning fra bund og sider i plantelagunen samt utætte bygværk m.v.

	Vand- mængde 1000m <sup>3</sup>	Susp. stof kg	NH <sub>4</sub> -N kg	NO <sub>23</sub> -N kg	Total-N kg	Ortho -P kg	Total -P kg	BI <sub>5</sub> kg	COD kg
Indtagsvand (I)	1833	2.474	270	565	1.088	57	142	1.864	29.173
Produktionsbidrag (P) total	-	-	7.285	-	8.899	-	1.087	16.047	53.489
Samlet stofinput (I+P)	1833	2.474	7.555	565	9.986	57	1.230	17.910	82.662
Slamkegler produktionsenhed	6,6	26.901	105	6	1.160	118	640	16.577	46.504
Biofilterskyl produktionsenhed	27,8	15.658	33	116	886	10	332	4.120	15.370
Returskyl sættefisk/leveredam	2,7	1.254	4	5	56	2	34	336	1.196
Tilført slambassin i alt (den nødvendige vandmængde)	37,1	43.813	142	127	2.102	130	1.006	21.033	63.070
Indtagsvand produktionsanlæg	1.785	2.416	262	550	1.058	56	139	1.816	28.414
Udløb sættefisk og leverdam til plantelagune	48,4	364	24	109	174	2	7	192	1.234
Udløb prod. enhed til plantelagune	1.695	3.701	995	6.554	9.126	334	416	4.363	37.719
Klaringsvand fra slambassin til plantel..	89,6	17.187	1.289	91	2.613	207	652	7.852	25.404
Tilført plantelagune i alt	1833	21.252	2.308	6.753	11.913	543	1.075	12.407	64.357
Udløb dambrug	126	354	127	595	796	47	52	276	3.114

**Tabel 8** Beregnede samlede stofmængder i første måleår ved forskellige målesteder på Rens Dambrug. I = stofmængder i indtagsvandet. P = produktionsbidrag fra fiskeproduktionen (foder). Der kan ikke beregnes produktionsbidrag for suspenderet stof, nitrat og orthofosfat. Det gennemsnitlige vandindtag har været 58,1 l/s.

I modsætning til de fleste gennemstrømningsanlæg er produktionsbidraget den primære stofkilde på Rens Dambrug. Stof i friskvandsindtaget udgør kun henholdsvis 4 % af ammonium kvælstof-, 11 % af total kvælstof-, 12 % af total fosfor-, 10 % af BI<sub>5</sub>- og 35 % af COD-tilførslen ift. til den samlede tilførsel af disse stoffer.

Stoftilførslen til plantelagunen er for nitrit-nitrat kvælstof, total kvælstof, orthofosfat og COD størst fra selve produktionsanlægget. Klaringsvand fra slambassin giver det største bidrag til plantelagunen af suspenderet stof, BI<sub>5</sub>, ammonium kvælstof og total fosfor, men giver også et betydeligt bidrag af organisk stof (BI<sub>5</sub> og COD) og orthofosfat. Det betyder, at slambassinet er en relativ stor stofkilde til plantelagunen på trods af at slambassinet formål er at tilbageholde det stof der tilføres fra renseforan-

staltningerne i produktionsanlægget og sættefiskeanlægget. Der tilføres væsentlig mere stof til plantelagunen end der afledes med udløbsvandet. Det skyldes dels en omsætning/tilbageholdelse i plantelagunen, men også at der fraføres opløst stof med de 93 % vand, der i gennemsnit i første måleår er svet ud af bund og sider i plantelagunen.

## 9 Rensegrader og stoffjernelse

### 9.1 Beregning af rensegrader

I dette kapitel beregnes stoffjernelsen over hele dambruget og over del-elementerne i produktionsanlæg, plantelagune m.v. Rensegraden beregnes ud fra to beregningsmetoder. Rensegraden  $R_N$  for en given kemisk variabel er bestemt ud fra anvisningen i *Bekendtgørelsen for modeldambrug (2002)*, som

$$R_N (\%) = ((P - U_N) / P) * 100, \text{ hvor} \quad (1)$$

$P$  = produktionsbidraget

$U_N$  = dambrugets nettoudledning, dvs. målte udledning  $U_M$  minus  $I$  = input fra indtagsvand (boringer).

Denne metode kan kaldes nettorensesegraden, som svarer til at stoftilbageholdelsen over hele dambruget  $S_N$  for en given kemisk variabel bestemmes i procent af produktionsbidraget  $P$  for det samme stof, dvs.

$$R_N (\%) = S_N / P * 100$$

Endvidere beregnes en bruttorensesegrad  $R_B$  hvor stoftilbageholdelsen over dambruget  $S_N$  for en given kemisk variabel bestemmes i procent af den samlede stoftilførsel dvs. ift. produktionsbidraget  $P$  plus stofbidraget fra indtagsvand ( $I$ ), dvs.

$$R_B (\%) = (S_N / (I + P)) * 100 \quad (2)$$

Brug af ovenstående formler forudsætter at vandindtaget til dambruget udgør mindre end eller lig med 10 % af vandløbets medianminimumsvandføring, hvilket er opfyldt for Rens Dambrug, der i første måleår i gennemsnit har indvundet 58,1 l/s eller hvad der svarer til 6 % af Sønderå's medianminimumsvandføring på 955 l/s ved dambruget.

### 9.2 Rensegrader over hele dambruget

Målinger og beregninger for det første måleår viser, at nettorensesegraden ( $R_N$ ) (tabel 9) har været over 100 for alle parametre mens bruttorensesegraden været mellem 92 og 98 % for de forskellige kemiske parametre. Disse meget høje rensegrader kan bl.a. relateres til det generelt meget store vandtab over plantelagunen på 93 % i første måleår, hvorfor det er svært at vurdere den egentlige stoffjernelse heri. Endvidere har de hyppige overløb af slamvand bidraget til at øge de beregnede rensegrader. Forskellen mellem netto- og bruttorensesegraderne afspejler, hvor meget stofbidraget fra indtagsvandet udgør af produktionsbidraget.

I *Bekendtgørelsen for modeldambrug (2002)* for type III modeldambrug uden mikrosigter forudsættes netto rensegrader på henholdsvis 11 %, 60 % og

75 % for tre kemiske variable. For total kvælstof skal der til de 11 % dog tillægges, at plantelagunen forudsættes at fjerne 1 g N pr dag pr m<sup>2</sup>, dvs. 365 g pr. m<sup>2</sup> pr. år. Med de 6.300 m<sup>2</sup> plantelagune, der er forudsat i miljøgodkendelse på Rens Dambrug svarer det til 2.300 kg total kvælstof pr. år. Omregnet svarer dette til, at nettorensgraden for kvælstof mindst skal være 37 %. Det fremgår af tabel 9 at disse rensegrader så rigeligt er overholdt, men det meget store vandtab over plantelagunen medfører, at det ikke giver mening at gå ind i en nærmere vurdering af de beregnede rensegrader.

	Vandmængde 1000 m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N kg	Total -N kg	Total -P kg	BI-5 kg	COD kg
Indtagsvand (i)	1.833	270	1.088	142	1.864	29.173
Produktionsbidrag (P)		7.285	8.899	1.087	16.047	53.489
Samlet stof bidrag (I+P)	1.833	7.555	9.986	1.230	17.910	82.662
Målte udledninger fra dambrug (Um)	126	127	796	52	276	3.114
Netto udledning fra dambrug Un (Um-I)	-1.707	-143	-291	-91	-1.588	-26.059
Nettorensgraden R <sub>N</sub> (%) jf. formel 1		102	103	108	110	149
Bruttorensgraden R <sub>B</sub> (%) jf. formel 2		98	92	96	98	96
Stofudledningen netto i g/ kg produceret fisk		-0,6	-1,3	-0,4	-7,0	-115
Stofudledningen brutto i g/ kg produceret fisk		0,6	3,5	0,2	1,2	13,8

**Tabel 9** Beregnede udledninger til vandløb og rensegrader over Rens Dambrug for første måleår, ud fra henholdsvis samlede stofinput til dambruget (brutto) og ud fra produktionsbidraget (netto). Endvidere er stofudledningerne beregnet brutto og netto ift. mængde produceret fisk.

I tabel 9 er der endvidere angivet en stofudledning i g pr. kg produceret fisk beregnet både ift. den faktiske udledning fra dambruget (brutto) og ift. nettoudledningen fra dambruget det første måleår (netto). Netto tallene er negative, mens bruttotallene kun er lidt over, hvilket igen kan relateres til det meget store vandtab over plantelagunen i det første måleår. Det giver derfor ikke umiddelbart mening at sammenligne disse specifikke stofudledninger med tilsvarende værdier fra andre dambrug, men for Døstrup Dambrug (*Fjorback et al., 2003*) blev der målt følgende netto stofudledninger:

- NH<sub>4</sub>-N: 4-6 g pr kg. produceret fisk
- Total N: 5-11 g pr. kg produceret fisk
- Total P: 2 g pr. kg produceret fisk
- BI<sub>5</sub>: 20-28 g pr. kg produceret fisk

### 9.3 Rensegrader over produktionsanlægget og over plantelaguner

I dette afsnit vises resultaterne for stoftilbageholdelse og rensegrader over produktionsanlægget (tabel 10) og over plantelagunerne (tabel 11). Produktionsbidraget er det samlede produktionsbidrag vedr. det anvendte foder i første måleår.

Stoffjernelsen i produktionsanlægget er et mål for, hvad der fysisk opsamles i slamkeglerne og biofiltrene og som føres over i slambassinerne.

Det dækker endvidere også omsætning af stof som giver anledning til et stoftab i produktionsenhederne samt i biofiltrene (og evt. i slamkeglerne). Stoffjernelsen i produktionsanlægget er fundet som forskellen mellem det stof, der tilføres produktionsanlægget via boringsvandet og produktionsbidraget minus det stof, der er målt løbende fra produktionsanlægget til plantelagunen.

For plantelagunerne beregnes stoftilbageholdelsen som forskellen mellem det stof, der tilføres fra produktionsanlægget og klaringsvandet fra slambassin minus det stof som er målt i afløbet fra dambruget (afløb plantelaguner).

Rensegraderne er både i tabel 10 og 11 beregnet på to måder:

- stoffjernelse i procent af stoftilførslen til produktionsanlægget plus sættefiskeanlægget (tabel 10) og til plantelagunerne (tabel 11)
- stoffjernelse i procent af det samlede produktionsbidrag (tabel 10 og 11)

For plantelagunerne beregnes stoffjernelse endvidere i procent af den samlede stoftilførsel til dambruget (dvs. i procent af I + P fra tabel 9).

For produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget er stoffjernelsen desuden blevet beregnet som angivet i de to dots ovenfor, men hvor der er modregnet for, at en større del af det stof, der overføres til slambassin via tømning af slamkegler og returskylning af biofiltre, efterfølgende ledes til plantelagunerne sammen med klaringsvandet fra slambassin. Dette stof er dermed reelt ikke fjernet. Dette er et mål for netto stoffjernelse i slamfælder og biofiltre, mens stoffjernelsen udregnet uden der tages højde for afløb af stof med klaringsvandet, er et mål for brutto tilbageholdelsen/omsætningen i slamfælder og biofiltre (hvad de har tilbageholdt/fjernet og ført over i slambedene). Jo bedre, man bliver til at reducere stofmængderne i klaringsvandet, des tættere vil netto og brutto tallene komme på hinanden og desto større reel rensning vil renseforanstaltningerne i produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget kunne præstere. Samtidig vil plantelagunerne skulle tilbageholde mindre stof og udledninger kan antages at blive reduceret.

Stoftilbageholdelsen i slamkegler og biofiltre er beregnet ud fra gennemsnittet af stofmængderne på de dage hvor DMU har taget prøver. Antallet af tømninger og skylninger af biofiltre og slamkegler er beregnet ud fra dambrugets opgørelser og ekstrapoleret til hele måleåret. Da dambruget ifølge flowmålerne ofte lader returskylningen med vand fra produktionsanlægget fortsætte i længere tid, end hvad der er registreret tilfældet på prøvetagningsdagene er det ekstra vandforbrug opgjort som supplerende vandforbrug i tabel 10. Der er naturligvis en betydelig usikkerhed forbundet med et sådan estimat.

	Vand- mængde 1000m <sup>3</sup>	Susp. stof kg	NH <sub>4</sub> -N Kg	Total N kg	Total P kg	BI <sub>5</sub> kg	COD kg
Indtagvand produktionsanlæg (I)	1.785	2.416	262	1.058	139	1.816	28.414
Produktionsbidrag produktionsanlæg (P)	-	-	6.853	8.420	1.057	15.822	52.740
Samlet stofinput (I + P)	1.785	2.416	7.115	9.478	1.196	17.638	81.153
Udløb fra produktionsanlægget	1.695	3.701	995	9.126	416	4.363	37.719
Stoffjernelse over produktionsanlæg			6.120	352	779	13.274	43.434
Stoffjernelse i % af samlet stofinput til prod. anlæg			86	4	65	75	54
Stoffjernelse i % af produktionsbidraget i prod. anlæg			89	4	74	84	82
Stoffjernelse i % af samlet produktions bidrag (P)			84	4	72	83	81
Indtagvand sættefisk +leverdam	48	58	7	29	4	48	760
Produktionsbidrag sættefisk + leveredam			433	479	30	225	749
Samlet stofinput sættefisk + leveredam		58	440	509	34	273	1509
Stoffjernelse sættefisk/leveredam	48	364	24	174	7	192	1234
Stoffjernelsen isættefisk/leveredam i % an input			6	34	20	70	82
Stoffjernelsen i sættefisk/leveredam i % af produkt. bidrag			6	36	22	85	165
Stoffjernelse i % af samlet prod. bidrag (P)			0	2	1	1	2
Stoffjernelse i slamkegler i produktionsenhed	6,6	26.901	105	1.160	640	16.577	46.504
Stoffjernelsen i slamkegler i % af input	0	1.113	1	12	54	94	57
Stoffjernelsen i slamkegler i % af produktionsbidrag			2	14	61	105	88
Stoffjernelse i % af samlet prod. bidrag (P)			1	13	59	103	87
Stoffjernelse i biofilter i produktionsanlæg	28	15.658	33	886	332	4.120	15.370
Stoffjernelsen i biofilter i % af samlet input	2	648	0	9	28	23	19
Stoffjernelsen i biofilter i % af produktionsbidrag			0	11	31	26	29
Stoffjernelse i % af samlet prod. bidrag (P)			0	10	31	26	29
Stoffjernelse i biofilter/slamkegler fra sættefisk/leveredam	2,7	1.254	4	56	34	336	1196
Stoffjernelsen i biofilter/slamkegler i % af input	6	2.168	61	191	911	700	157
Stoffjernelsen i biofilter/slamkegle i % af produktionsbidrag			1	12	112	149	160
Stoffjernelse i % af samlet prod. bidrag (P)			0	1	3	2	2
Stoftilførsel til slambassin	37	43.813	142	2.102	1006	21.033	63.070
Supplerende vand returskylning biofilt i prod. anlæg	50	48	14	111	7	24	215
Stoffjernelse med klaringsvand fra slambassin	90	17.187	1.289	2.613	652	7.852	25.404
Tilbageholdelse i slambassin	-2,9	26.674	-1.133	-400	361	13.206	37.881
Stoftilbageholdelsen i slambassin i % af tilførslen	-3	61	-726	-18	36	63	60
Stoftilbageholdelsen i % af samlet input (I+P)	0	1.078	-15	-4	29	74	46
Stoftilbageholdelsen i % af samlet produktionsbidrag (P)			-16	-4	33	82	71
Stoffjernelse hele prod. anlæg minus tab klaringsvand (S)			4.856	-2.087	134	5.614	19.264
Stoffjernelse (S) i % af samlet input (I + P)			64	-21	11	31	23
Stoffjernelse (S) i % af samlet prod.bidrag (P)			67	-23	12	35	36

**Tabel 10** Stoffjernelse over hele produktionsanlægget og sættefiskeanlæg inkl. leveredamme, og over selve produktionsenhed og de tilhørende rensegrader for det første måleår ved Rens Dambrug for kemiske variable. Rensning i sættefiskeanlæg og leveredam er medregnet. Se tekst for nærmere forklaring.

I selve produktionsanlægget fjernes 86 % af den ammonium kvælstof, der tilføres. Ammonium omsættes til nitrat ved nitrifikationsprocessen, der for Rens Dambrugs vedkommende er ret høj. Ligeledes fjernes der



ret store mængder organisk stof ( $BI_5$  og COD), henholdsvis 75 % og 54 % samt total fosfor (65v %) ift. stofinputtet til selve produktionsanlægget. For sættefiskeanlægget og leveredamme er der også en ret stor fjernelse af organisk stof (henholdsvis 70 % af  $BI_5$  og 82 % af COD) ift. stoftilførslen til sættefiskeanlægget og leveredammene, mens stoffjernelsen for de øvrige stoffer er lille.

Slamkeglerne i selve produktionsanlægget opsamler store mængder organisk materiale og 3 gange mere end biofilterne, mens det for total fosfor er en faktor to. For total kvælstof fjernes godt 10 procent af produktionsbidraget i både slamkegler og biofiltrene i selve produktionsanlægget. For returskylning af biofilter og tømning af slamkegler i sættefiskeanlægget er der en større usikkerhed på opgørelsen, hvilket resulterer i, at opgørelsen viser, at der skulle fjernes mere stof end der er blevet tilført, hvilket ikke er muligt. Dette kan bunde i usikkerhed på opgørelse af vand og evt. underestimering af produktionsbidraget, jf. kap. 3 og 8 bl.a. også hvis der er usikkerhed på fordelingen af foderforbruget mellem produktions- og sættefiskeanlægget.

Som det er nævnt i kap 5.3 var der i længere perioder problemer med at få monteret de flowmålere (vandure), der skulle registrere vand ind og ud af slambassinet, således at der alene var en niveaumåler i slambassin til beregning af tilledte slammængder. Desuden blev der gentagne gange konstateret overløb fra slambassin til omkringliggende arealer og endelig passer dambrugets opgivelse af returskylninger mv. ikke med de registreringer, der er fra de kontinuert registrerende instrumenter. Beregningen af tilbageholdelsen af stoffer i slambassin er derfor usikker og kan kun tages som et groft skøn. Beregningerne viser at ca. 60 % af suspenderet stof og organisk stof ( $BI_5$  og COD) samt 1/3 total fosfor ift. tilførslen tilbageholdes i slambassin. For total kvælstof beregnes en negativ tilbageholdelse, hvilket ikke er muligt og understreger den store usikkerhed, der er forbundet med perioder med manglende målinger. Det antages på baggrund af erfaringerne fra de øvrige 7 modeldambrug at der snarere har fundet en beskedent tilbageholdelse af total kvælstof sted.

Fjernelsen af ammonium i produktionsenheden (86 %) er et udtryk for at dette omdannes til nitrat. Dermed fjernes der reelt ikke kvælstof, men der sker i stedet en tilførsel af nitrat til plantelagunerne. Nitraten kan optages i planter, omsættes til frit kvælstof, hvis der er slam på bunden af plantelagunen med let omsætteligt organisk stof og iltfattige forhold. Det kan også sive med vandet ud af bunden af plantelagunen, hvor noget kan omsættes og noget nå grundvandet eller vandløbet og endelig kan det udledes med udledningerne fra dambruget.

For plantelagunerne er stoftilbageholdelsen/omsætningen også udtrykt i gram pr.  $m^2$  plantelagune pr. dag for at kunne sammenligne med andre dambrug (tabel 11).

Ved sammenligning af resultaterne i tabel 10 og 11 skal man være opmærksom på, at stof, der fjernes i produktionsanlægget og ikke senere tilføres plantelagunerne via klaringsvandet fra slambassin ikke også kan fjernes i plantelagunerne. Det betyder, at plantelagunerne sandsynligvis kan fjerne mere af nogle stoffer end de faktisk gør, hvis de blev belastet hårdere.

Massebalancen over plantelagunen vil være meget påvirket af, at der tabes 93 % af vandet hen over denne. Tilbageholdelsen af de forskellige stoffer er da også mellem 91 og 98 %. Hvis det antages, at koncentrationen i det vand, der tabes ved ned- og udsivning fra plantelagunen for opløste stoffer som ammonium, nitrat-nitrit og opløst fosfor svarer til indløbskoncentrationen til plantelagunen vil tilbageholdelsen uden omsætning/tilbageholdes i selve plantelagunen være 93 %. Det er ikke muligt ud fra de beregnede rensegrader at vurdere betydningen af optag af opløste næringsstoffer i planter og i alger for den samlede tilbageholdelse/tab af stoffer over plantelagunen. For partikulære stoffer, som kun i beskedent omfang kan ned- eller udsive fra de jorddamme, er der utvivlsomt tale om egentlig tilbageholdelse i selve plantelagunen.

Der er ikke grundlag for at kommentere på beregningerne af stoftilbageholdelsen pr m<sup>2</sup> pr. dag, grundet den forventede indflydelse fra ned- og udsivning af især opløste næringsstoffer fra plantelagunen. Det har ligget udenfor projektet at kortlægge skæbnen for det manglende vand og det tilhørende stof over plantelagunen, så der kan ikke gives noget estimat af de reelle stoftilbageholdelser over plantelagunen på Rens Dambrug. I 2. års statusrapport vil der blive foretaget vurderinger heraf.

Plantelagune	Vand- mæng. 1000 m <sup>3</sup>	Susp. stof kg	NH <sub>4</sub> -N kg	NO <sub>23</sub> -N kg	Tot-N kg	Ortho-P kg	Tot-P kg	BI <sub>5</sub> kg	COD kg
Tilført plantelagune i alt	1.833	21.252	2.308	6.753	11.913	543	1.075	12.407	64.357
Udløb dambrug	126	354	127	595	796	47	52	276	3.114
Tilbageholdelse i plantelagune	1.707	20.897	2.181	6.159	11.117	496	1.023	12.131	61.243
Tilbageholdelse i plantelagune i % af input i plantelagunen	93	98	95	91	93	91	95	98	95
Tilbageholdelse i plantelagune i % af produktionsbidrag			30		125		94	76	115
Tilbageholdelse i % af brutto input dambrug	93		29		111		83	6	74
Tilbageholdelse i g pr. m <sup>2</sup> pr dag (7.180m <sup>2</sup> )		8,0	0,83	2,4	4,2	0,19	0,39	4,6	23

**Tabel 11** Beregnet stoftilbageholdelse/-fjernelse over plantelagunerne inklusiv stof i vandet der siver ud af bunden på disse og de tilhørende rensegrader for kemiske variable. Den samlede tilførsel til plantelaguner består af afløbsvand fra produktionsanlægget inklusiv afløb sættefiskeanlæg og leveredamme og klaringsvand fra slambassin.

På Døstrup Dambrug (*Fjorback et al., 2003*) blev der fundet nedenstående netto stoffjernelse over plantelagunerne:

- 0,9 og 1,4 g N pr. m<sup>2</sup> pr. døgn
- 0,16 - 0,29 g NH<sub>4</sub>-N pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn
- 0,03 – 0,07 g fosfor pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn
- 1,8- 2,5 g BI<sub>5</sub> pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn

På Døstrup Dambrug var der dog ikke et nettoudsivning af vand fra plantelagunerne.

## 9.4 Sammenligning af stoftab over dambruget

I dette afsnit sættes summen af stoffjernelse forskellige steder på dambruget til 100 % for direkte at kunne sammenligne stoffjernelsen over:

- Produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget, hvor der henholdsvis er taget højde for stoffjernelse med klaringsvandet (tabel 12) og ikke tages højde for det (figur 17).
- Plantelagunen
- til vandløbet, dvs. hvad der tilføres af stof til Sønderå ved udløb fra dambruget

I tabel findes værdierne ved:

$$\text{Samlet nettostoffjernelse} = (PA_s - KV_s) + PL_s + VL_s, \text{ hvor} \quad (3)$$

$PA_s$  = stoffjernelse over produktionsanlægget brutto, dvs. uden kompensation for stoftab fra slambassiner med klaringsvandet

$KV_s$  = stoffjernelse med klaringsvandet fra slambassinerne

$PL_s$  = stoffjernelse over plantelagunerne

$VL_s$  = stoffjernelse fra dambruget til vandløbet via udløbet fra dambruget

Idet den samlede nettostoffjernelse sættes til 100 % beregnes de tre andre størrelser i ligning 3 som procent af den samlede nettostoffjernelse.

I figur 19 er ligning 3 ændret til:

$$\text{Samlet bruttostof} = PA_s + PL_s + VL_s \quad (4)$$

og det samlede bruttostoffjernelse er sat til 100 %. En del af det stof der fjernes i produktionsanlægget ved overførsel til slambassinet tabes igen med klaringsvandet, og denne andel er vist som en negativ fjernelse i figur 19.

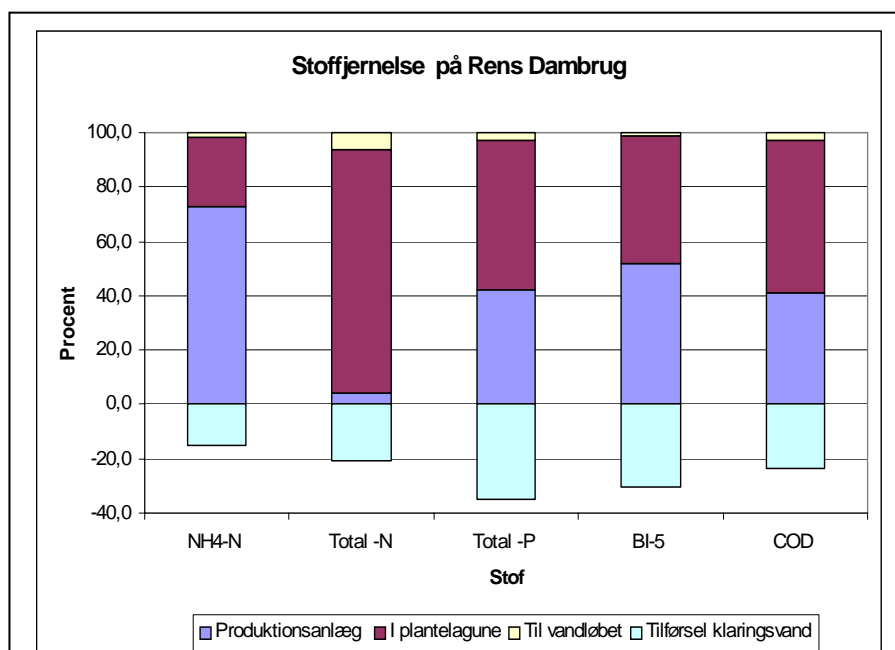
Blandt andet grundet det store vandtab over plantelagunen er det kun få procent af det samlede stofinput til Rens Dambrug, som når direkte ud til Sønderå via afløbet fra dambruget (tabel 12). Nettostoffjernelsen over det samlede produktionsanlæg (dvs. den faktiske stoffjernelse, når der er kompenseret for stoftab fra slambassin med klaringsvandet) viser for Rens Dambrug at 2/3 af ammoniumet fjernes i produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget (tabel 12), hvor det bliver omsat til nitrat. Der sker dermed ikke en fjernelse af total kvælstof. Usikkerheden vedrørende opgørelse af slammængderne fremgår ved, at der beregnes en negativ stoffjernelse af total kvælstof over det samlede produktionsanlæg. Grundet den store ned- og udsivning fra plantelagunerne, viser beregningerne at plantelagunen er den primære renseforanstaltning vedrørende total kvælstof (100 %), total fosfor (88 %),  $BI_5$  (68 %) samt COD (75 %), hvis den samlede stoffjernelse over Rens Dambrug sættes lig 100 %. Til gen-

gæld fjernes 69 % af ammonium kvælstof hen over det samlede produktionsanlæg.

	NH <sub>4</sub> -N (%)	TN (%)	TP (%)	BI <sub>5</sub> (%)	COD (%)
<b>Produktionsanlæg- klaringsvand (PA<sub>s</sub>-KV<sub>s</sub>)</b>	67,8	-21,2	11,1	31,2	23,0
<b>I plantelagune (PL<sub>s</sub>)</b>	30,5	113,1	84,6	67,3	73,2
<b>Til vandløb (VL<sub>s</sub>)</b>	1,8	8,1	4,3	1,5	3,7

**Tabel 12** Sammenligning af nettostoffjernelsen over produktionsanlægget, stoffjernelse over plantelagunerne samt stoftilførsel til vandløb ukorrigeret for vandtab Tal fra tabel 10 og 11.

Tabet med klaringsvandet fra slambassinet er ret betydelig, især hvad angår total fosfor (35 %), men også for organisk stof, da det for BI<sub>5</sub> og COD udgør henholdsvis 30 og 23 % af den samlede stoffjernelse over dambruget (figur 19). For total kvælstof er det 20 % som føres med klaringsvandet videre til plantelagunen. Det forekommer ikke hensigtsmæssigt, at en større andel af det stof, som allerede er blevet fjernet i slamkegler og biofiltre og ført over i slambassin, umiddelbart herefter mobiliseres og ledes tilbage til plantelagunen. Figur 19 viser, med de usikkerheder, der ellers er på opgørelserne på Rens Dambrug, det store potentiale, der er for stoffjernelse i det samlede produktionsanlæg, hvis tabet via klaringsvandet kunne reduceres. En del af dette stoftab med klaringsvandet fjernes dog efterfølgende i plantelagunen, dvs. den absolutte stoffjernelse i disse kan blive reduceret ved en lavere belastning,



**Figur 19** Stoffjernelse på Rens Dambrug i det første måleår. Summen af stof, fjernet i produktionsanlægget og over plantelagunerne samt tilført vandløbet er sat til 100 %. Stoffjernelsen i produktionsanlægget er vist som brutto tilført slambassinerne, men da der bliver tilbageført stof med klaringsvandet til plantelagunerne er dette bidrag vist som en negativ stoffjernelse. Baseret på tabel 10 og 11.

## 10 Vandløbsfauna

Der foretages indsamling af smådyrsfaunaen med henblik på biologisk vurdering af tilstanden på tre stationer i Sønderå, op- og nedstrøms for Rens Dambrug. Én station er beliggende opstrøms for dambruget. De to stationer nedstrøms for dambruget ligger henholdsvis ca. 100 og ca. 700 meter nedstrøms for dambruget. Der foretages endvidere en fysisk bedømmelse af vandløbsstationerne med henblik på beregning af et vandløbsfysisk indeks (*Pedersen et al. 2006*).

### 10.1 Fysiske forhold i Sønderå

Opstrømsstationen er beliggende ca. 2 km fra Rens Dambrug ved ejendommen Teptoft. Vandløbet forløber her delvist lysåbent på den ene side omgivet af eng og brakmark, mens der på modsatte side er en bræmme med træer. Vandløbet er ca. 8-10 meter bredt med en overvejende sandet bund. Der er en svag udvikling af holler og stryg med enkelte grusområder i strømrrenderne. I vandløbets ene side er der endvidere også et område med grus og enkelte sten. Dybden på strækningen er 0,6-0,8 meter. Undervandsvegetationen dækker 30-40 % af bunden og består af bl.a. Vandranunkel, Vandaks og Smalbladet Mærke. Det fysiske indeks på strækningen har i perioden ligget på 18-21 svarende til moderat fysisk vandløbskvalitet.

Stationen beliggende ca. 100 meter nedstrøms for udløbet fra Rens Dambrug er på begge sider omgivet af træer. Vandløbet er 8-10 meter bredt med vekslende bundforhold bestående af sand, grus og en del sten nedstrøms for broen. Dybden er 0,50-0,70 meter. Undervandsvegetationen dækker 30-50 % af bunden og består primært af Vandranunkel og Vandaks med Smalbladet Mærke langs kanten. Strækningens fysiske indeks har i perioden ligget mellem 21-24, svarende til moderat fysisk vandløbskvalitet.

Den sidste station er beliggende ca. 700 meter nedstrøms for dambruget. Strækningen er overvejende lysåben, dog med træer langs vandløbets ene side, hvor indsamling af prøven finder sted. Vandløbet er her 9-11 meter bredt med en dybde på 0,4-0,6 meter. Bundforholdene er helt domineret af sand, og der forekommer kun ganske lidt fint grus i vandløbets ene side. Vandløbsbunden er stedvis blød. Undervandsvegetationen er veludviklet og udgør 60-70 % af bunden. Det er de samme arter der dominerer, som på de to andre stationer. Det fysiske indeks har i perioden ligget mellem 15-20, svarende til moderat fysisk vandløbskvalitet.

### 10.2 Smådyrsfauna

Der er i alt registreret 91 forskellige taxa af smådyr fra de 3 stationer i Sønderå i prøverne indsamlet af DMU i marts og september 2005 samt juni 2006. De artsrigeste grupper var vårfluer, døgnfluer og snegle med henholdsvis 23, 14 og 9 arter. Dansemyg er dog ikke artsbestemt. Denne gruppe indeholder utvivlsomt et stort antal forskellige arter. De domine-

rende arter/grupper er alle almindeligt forekommende i jyske vandløb. De dominerende taxa bestod af ferskvandstangloppen *Gammarus pulex*, kvægmyg (Simuliidae), dansemyg (Chironomidae), børsteorm (Oligochaeta), døgnfluer af slægten *Baetis* og vandbænkebidderen *Asellus aquaticus*. Disse seks taxa udgjorde tilsammen ca. 81 % af det samlede individantal i prøverne. Ud over disse taxa forekom døgnfluen *Serratella ignita* relativt hyppigt i sommerperioden. I prøverne fra Sønderå er der fundet en række rentvandskrævende arter. Hertil kan medregnes døgnfluerne *Kageronia fuscogrisea*, *Heptagenia sulphurea*, *Brachycercus harrisella* og *Ephemera danica*, slørvingerne *Isoperla difformis*, *Isoperla grammatica* og *Siphonoperla burmeisteri*, billen *Limnius volckmari* samt vårfluerne *Rhyacophila* spp., *Brachycentrus maculatus*, *Brachycentrus subnubilus*, *Silo* sp. og *Lepidostoma personatum*. De fleste af rentvandsformerne var dog relativt fåtallige bortset fra døgnfluerne *Heptagenia sulphurea* og *Ephemera danica* samt vårfluen *Lepidostoma hirtum*.

Målsætningen såvel op- som nedstrøms Rens Dambrug er "Laksefiskevand B2" svarende til Dansk VandløbsFaunaIndeks (DVFI) 5 (Sønderjyllands Amt, 2004).

På opstrøms stationen har DVFI faunaklassen været 5, 6 eller 7 gennem hele perioden (tabel 13). Målsætningen for vandløbet har således været opfyldt ved alle prøvetagninger. Tilstanden 100 m nedstrøms for Rens Dambrug har i 6 ud af 8 tilfælde været DVFI 5, 6 eller 7, mens DVFI faunaklassen på stationen 700 meter nedstrøms dambruget i 6 ud af 8 tilfælde har været DVFI 5 eller 6. I de sidste to tilfælde har faunaklassen på begge nedstrøms stationer været 4 og målsætningen var i disse tilfælde derfor ikke opfyldt på både stationen umiddelbart nedstrøms for dambruget og stationen længere nedstrøms. Som sådan var situationen derfor ikke helt stabil på nedstrøms stationerne når DVFI faunaklassen anvendes som vurderingsgrundlag.

	DMU/Amt	Sønderå op- strøms	Sønderå umiddelbart nedstrøms	Sønderå ca. 700 meter nedstrøms
April 2004	Sønderjyllands Amt	7	5	5
Oktober 2004	Sønderjyllands Amt	6	4	4
Marts 2005	DMU	7	6	6
Maj 2005	Sønderjyllands Amt	5	6	5
September 2005	Sønderjyllands Amt	5	4	4
September 2005	DMU	6	7	6
April 2006	Sønderjyllands Amt	6	6	6
Juni 2006	DMU	6	6	6

**Tabel 13** Tilstanden i Sønder Å i perioden marts 2005 til juni 2006 udtrykt som Dansk VandløbsfaunaIndeks op- og nedstrøms for Rens Dambrug.

DMU's bedømmelser af tilstanden nedstrøms for Rens Dambrug har i alle tilfælde været enten DVFI 6 eller 7. En gennemgang af faunalisterne for disse prøver tyder dog på, at faunaen i en vis grad er påvirket på trods af, at dette ikke afspejler sig i DVFI værdien. I september 2005 er faunaklassen fra stationen ca. 100 meter nedstrøms for Rens Dambrug således DVFI 7, hvilket burde indikere, at der ikke er nogen påvirkning.

Gennemgang af faunalisten fra denne prøve viser imidlertid, at følgende forureningstolerante faunaelementer forekommer talrigt: børsteorme (*Oligochaeta*), vandbænkebidderen *Asellus* og dansemyggen *Chironomus*. Mens de to førstnævnte forekommer med tilsvarende hyppigheder opstrøms for dambruget er *Chironomus* kun fundet i prøverne 100 meter nedstrøms for dambruget. Der er således tegn på en generel påvirkning af vandløbet både op- og nedstrøms for dambruget, men samtidig også en påvirkning fra dambrugets udledning (tilstedeværelsen af *Chironomus* umiddelbart nedstrøms for dambruget).

Ved prøvetagningen i juni 2006 var der generelt sket et fald i forekomsten af både børsteorm (*Oligochaeta*) og vandbænkebideren *Asellus* sammenlignet med tidligere prøvetagninger både op- og nedstrøms for Rens Dambrug. Ligeledes forekom der ingen *Chironomus* i prøverne. Prøverne fra juni 2006 havde på alle tre stationer en DVFI værdi på 6. Den generelle faunasammensætning i prøverne vurderet ud fra forekomsten af forureningsfølsomme og forureningstolerante taxa er i juni 2006 i højere grad i overensstemmelse med den fundne DVFI værdi (DVFI 6).

## 11 Planter i grødefyldte bassiner

På baggrund af en foreløbig opmåling kan de grødefyldte bassiner karakteriseres ved de overordnede værdier tabel 14.

Antal grødefyldte bassiner/kanaler	44 bassiner og 617 meter kanaler
Samlet areal	7.181 m <sup>2</sup>
Samlet volumen	4.936 m <sup>3</sup>
Gennemstrømning (middel for første måleår)	58,1 l/s
Beregnet opholdstid (middel)	23,6 timer

**Tabel 14** Overordnede karakteristika og nøgletal for de grødefyldte bassiner i Rens Dambrug.

I alt 22 arter af vandplanter er registreret i dambrugets grødefyldte bassiner og kanaler i perioden oktober 2005 til december 2006. De to dominerende arter vurderet ud fra planternes dækning var gennem hele perioden Liden Andemad og Sødgræs (Tabel 15). Yderligere en håndfuld arter har i enkelte damme haft kvantitativ betydning, hvorimod hovedparten af de registrerede arter kun forekommer sporadisk og er uden kvantitativ betydning i bassinerne som helhed.

	Mindste plantedækning	Største plantedækning
	April 2006	September 2006
<b>Samlet plantedækning (%)</b>	<b>18</b>	<b>75</b>
Sødgræs (%)	10	9
Liden Andemad (%)	3	67
Smalbladet Mærke (%)	1	0,7
Trådalger (%)	4	0,2
<b>Samlet tørvægt (kg)</b>	<b>1380</b>	<b>1624</b>
Sødgræs (kg)	1286	1157
Liden Andemad (kg)	19	424
Smalbladet Mærke (kg)	60	42
Trådalger (kg)	15	0,8

**Tabel 15** Dækningsgrad af planter og tørvægt af planterne i de grødefyldte bassiner i Rens Dambrug. Kun de kvantitativt mest betydende arter er medtaget. Der er ikke angivet tørvægt for trådalger, idet sammenhængen mellem dækning og tørvægt først vil blive målt i foråret 2007.

Som helhed var planterne veludviklede i dambrugets bassiner og kanaler hen gennem det meste af sommeren og efteråret 2006.



## 12 Diskussion

I dette kapitel er der en kort diskussion af nogle væsentlige problemstillinger omkring måleresultaterne for det første måleår ved Rens Dambrug som supplerer den diskussion, der er i de enkelte kapitler i statusrapporten. Det er således ikke hensigten at gå i dybden omkring en række resultater, dette sker senere i en faglig slutrapport, der behandler måle- og dokumentationsprojektet fra alle 8 modeldambrug. Der foretages heller ikke her sammenligninger med resultaterne fra de andre modeldambrug under forsøgsordningen.

Rens Dambrug har haft en række problemstillinger, der gør resultaterne fra det første måleår svære at tolke. Foderregistreringerne har ikke stemt overens med indkøb af foder. Der kom sygdom i fiskene som afbrød prøvetagningen, så første måleår måtte skubbes 6 uger. Registrering af returskylning af biofiltre har ikke passeret med de kontinuerte registreringer. Der er ofte konstateret overløb fra slambassin til omkringliggende arealer. Aftaler om montering af visse flowmålere er ikke overholdt, så der er større huller i tidsserier herfra. Der er et meget stort vandtab (93 %) over plantelagunerne. Resultaterne for det første måleår vil derfor næppe kunne reproducere i det andet måleår og skal anvendes med meget stor forsigtighed. Endvidere må det forventes, at der i andet måleår sker en stabilisering omkring driftsforhold, biofiltrenes funktion og plantelagunens funktion, herunder en reduktion i vandtabet, som allerede kunne anes i 2. halvdel af første måleår.

### Vandforbrug, -flow og opholdstid

Der er i gennemsnit i det første måleår indtaget 58,1 l/s, hvilket er godt 89 % af tilladelsen. Dette skyldes blandt andet, at fiskebestanden er bygget gradvist op. I gennemsnit anvendes 1,5 l/s til sættefiskeanlægget og herefter leveredammene, resten fordeles på de ti ens produktionsenheder, som selve produktionsanlægget består af. Disse produktionsenheder blev gradvist taget i brug og besat med fisk, så der blev opbygget en fiskebestand i løbet af det første måleår.

Det interne flow i selve produktionsanlægget er ikke målt (ekstensivt målt dambrug) og recirkuleringsgraden er derfor heller ikke bestemt. Vandforbruget er med ca. 8.090 l vand pr. kg produceret fisk en faktor 5-10 lavere end i traditionelle gennemstrømningsanlæg, men dog relativt højt for modeldambrug under forsøgsordningen.

Plantelagunen tilføres i gennemsnit 58,1 l/s fra produktionsanlæg inklusiv sættefiskeanlæg og leveredamme, mens der i afløbet fra dambruget (afløbet fra plantelagunen) er målt i gennemsnit 4 l/s i det første måleår. Dermed har der været et vandtab over plantelagunen på godt 93 % af tilførslen i det første måleår via udsivning fra bund/sider i de tidligere jorddamme, der udgør plantelagunen og udløb via utætte munke, frakoblede rør o.l. Det er vanskeligt at vurdere omfanget af tab direkte til vandløb via utætheder, der er konstateret ved besøg på dambruget, men det antages at have et mindre omfang. Det samlede vandtab er størst i den første halvdel af første måleår, hvor der i afløbet fra dambruget i

længere perioder intet afløb har været, mens der i den sidste del af første måleår måles ca. 20 l/s (figur 5). Vandtabet over plantelagunen forventes derfor at blive noget mindre i det andet måleår. Ådalen består af grus og sand, hvorfor der med en grundvandstand under niveau for bunden af plantelagunerne kan ske nedsivning. Endvidere er det sandsynligt, at der sker en vis tilbagestrømning af det nedsivende vand i forbindelse med vandindtaget til dambruget, som foregår fra drænen under produktionsanlægget og vandløbet.

Med det nedsivende vand vil der følge opløste næringsstoffer (nitrat-nitrat, ammonium kvælstof, opløst fosfor samt evt. opløst organisk stof). Det kan ikke uden nærmere, målrettede undersøgelser afklares hvor det vand der må antages at nedsive fra plantelagunerne, ender. Det kræver tilsvarende specialundersøgelser at undersøge hvilke koncentrationer, der er i nedsivningsvandet, og om der sker en omsætning af det stof der nedsiver inden det evt. når til grundvandet eller Sønderå. Sådanne undersøgelser ligger udenfor projektets formål og rammer.

Ved beregningerne af stofomsætning/stoftilbageholdelse i plantelagunen bliver denne overestimeret grundet det omtalte vandtab. Da det ikke er muligt at vurdere, hvor meget stof der følger med det vand, der tabes over plantelagunen og da det ikke kan vurderes, hvor meget af vandtabet og det stof der udsiver, der reelt når grundvand eller Sønderå er der ikke søgt lavet korrektion herfor. Man skal være opmærksom på at de angivne rensegrader er et udtryk for en absolut højeste værdi og formentlig ikke realistiske. Der vil i statusrapporten for andet måleår blive lavet en evaluering heraf.

Den hydrauliske belastning af plantelagunen er på 0,008 l/s pr. m<sup>2</sup> plantelagune og dermed ca. 1/3 del af den maksimalt tilladte belastning (*Bekendtgørelse om modeldambrug, 2002*). Dette vurderes ikke at være et problem ift. til hovedparten af de omsætningsprocesser, der sker i plantelagunerne og det vil medvirke til øge sedimentation af partikler.

Opholdstiden i produktionsanlægget inklusive slambassin, sættefiskeanlæg og leveredamme har i gennemsnit været ca. 25 timer og for hele dambruget ca. 51 timer. *Bekendtgørelsen for modeldambrug (2002)* forudsætter en opholdstid på mindst 18,5 timer i produktionsanlægget. Med en opholdstid på godt to døgn vil man umiddelbart forvente at hovedparten af let omsætteligt organisk stof (BI<sub>5</sub>) når at blive omsat inden udløb til Sønderå (*Fjorback et al., 2003*).

### **Foder og produktionsbidrag**

Foderforbruget i det første måleår er usikkert bestemt, men er med dambruget fastlagt til at have været ca. 205 tons foder inkl. et foderforbrug på ca. 3,9 tons i sættefiskeanlæg eller ca. 47 % af den årlige fodertildeling under forsøgsprojektet. Det er ud fra start og slutbestanden af fisk beregnet, at der er produceret 226,4 tons fisk (inkl. døde) og dermed opnået en samlet foderkvotient på 0,909.

Produktionsbidraget er som ventet hovedkilden for stoftilførslen til dambruget, idet stoftilførsel med indtagsvandet udgør 4 % for ammoniumkvælstof, 11 % for total kvælstof, 12 % for total fosfor, 10 % for BI<sub>5</sub> samt

hele 35 % for COD af den samlede stoftilførsel (dvs. stof i indtagsvandet plus produktionsbidraget) til Rens Dambrug.

Produktionsbidraget vil være underestimeret, idet der er i denne rapport bruges det normalt anvendt standardindhold af kvælstof og fosfor i fisk på henholdsvis 3 og 0,5 %, mens erfaringer viser at indholdet reelt vil være lavere. Endvidere er  $BI_5$ /COD forholdet sat til 0,3 baseret på flere tidligere undersøgelser på kommercielle fodertyper. Er forholdet større er også produktionsbidraget af  $BI_5$  underestimeret. Er produktionsbidragene underestimerede vil rensegraderne reelt være højere end de er beregnet til i denne rapport.

Der vil til 2.årsrapporten blive foretaget undersøgelser og vurdering af de ovennævnte forhold på produktionsbidraget.

### **Stofkoncentrationer**

I afløbet fra selve produktionsanlægget (nedstrøms biofiltre) har ammonium-kvælstof koncentrationen været lav og stabil omkring 0,2-0,9 mg/l i det første måleår, mens koncentrationen af nitrat-nitrit og total kvælstof har været støt stigende i samme periode og ret tæt korreleret til en stigende fiskebestand/udfordring (figur 2). Den tilsvarende  $BI_5$ -koncentration har generelt også været ret konstant og lav (ca. 2 mg/l), mens orthofosfat koncentrationen har været stigende i det første måleår.

I afløbet fra dambruget er koncentrationen af stoffer lavere end koncentrationen i det vand, der tilføres plantelagunen fra produktionsanlæg, sættefiskeanlæg plus klaringsvand fra slambassin. Grundet manglende afløb især i vinteren 2005-06 er det svært at vurdere udviklingen i koncentrationen af de forskellige stoffer (kun 15-16 målinger mod de forventede 27 på et måleår). Der er dog en generel tendens til kraftigt stigende koncentrationer i løbet af det første måleår, med et maksimum i løbet af sommeren 2006. Dette gælder dog ikke for organisk stof og suspenderet stof, hvor koncentrationen varierer hen over første måleår uden nogen egentlig udviklingstendens. Koncentrationen i udløbet er styret af såvel stoftilførslerne til plantelagunen som de processer i denne, der tilbageholder/fjerner/omsætter stoffer. Optag af opløste næringsstoffer, især nitrat og orthofosfat, sker primært i vækstsæsonen, fysisk tilbageholdelse foregår mere ensartet over året, mens kemiske processer er afhængige af såvel ilt og pH-forhold som temperatur m.v. Der kan derfor ikke gives en simpel årsagsforklaring på de målte koncentrationsforløb for de forskellige stoffer i afløbet fra dambruget, men det vil blive analyseret nærmere i den samlede slutrapport fra projektet.

### **Udlederkrav**

I det første måleår har miljøgodkendelsens udlederkrav for Rens Dambrug været overholdt for alle stoffer, men resultatet må nødvendigvis tages med forbehold eftersom der har været det meget store vandtab over plantelagunen og kun kunnet tages 15-16 af de 27 prøver, der skulle have udgjort måleserien i det første måleår. Der er taget højde for færre prøver end forudsat ved beregningen af kontrolværdierne. Overholdelsen af udlederkravene findes både når der beregnes i henhold til modeldambrugsbekendtgørelsens regler dog med tilstandskontrol på alle parametre, og som beskrevet i miljøgodkendelsen med tilstandskontrol efter DS 2399 på alle parametre. At anvende DS2399 på koncentrationer i afløbet

fra dambruget er rent matematisk og fagligt ikke muligt at lave som det er foreskrevet på forskelskoncentrationer og er derfor alene lavet på koncentrationen i afløbsvandet, men hvor de beregnede kontrolværdier sammenholdes med udlederkravet plus gennemsnitskoncentrationen i indtagsvandet for de forskellige kemiske variable. Der er ikke givet fuld kompensation for det reducerede vandforbrug på modeldambruget ift. til det gamle anlæg for parametrene suspenderet stof og ammonium kvælstof. Det forudses, med et reduceret vandtab over plantelagunen og et øget foderforbrug i andet måleår, at der kan blive problemer med at overholde det stærkt skærpede udlederkrav for ammonium kvælstof.

Udledningen af ammonium-kvælstof formodes derfor for Rens Dambrug at være den kritiske parameter for overholdelse af udlederkravene.

### Stofudledning pr. kg produceret fisk

Den målte netto stofudledning i g pr. kg fisk for Rens Dambrug viser sig ikke meningsfuld, da der grundet det meget store vandtab over plantelagunen reelt ikke er nogen nettoudledning, dvs. hvis stofbidraget med indtagsvandet indgår i beregningen. Der er et beskedent bruttotab. Tallene kan dermed heller ikke sammenlignes med resultatet fra andre dambrug. Vi må afvente 2. måleår for at kunne give et mere realistisk bud på en netto stofudledning fra Rens Dambrug, som dog givet er væsentligt lavere end fra et traditionelt drevet dambrug.

Ifølge Miljøstyrelsens opgørelse for ferskvandsdambrug udledtes der i 2003 3.098 t BI<sub>5</sub>, 1.119 t total kvælstof og 90 t total fosfor ved en produktion på 29.434 t ørreder. Heraf kan beregnes nogle gennemsnitlige specifikke udledninger. Da der ikke har været noget netto tab ifølge beregningerne fra Rens Dambrug kan de specifikke udledninger ikke meningsfuldt sammenlignes (tabel 20), hvilket igen skyldes vandtabet på over 93 % over plantelagunen.

	Specifik udledning – netto (kg/t fisk produceret)	
	Gennemsnit Danmark	Rens Dambrug - 1. måleår
<b>Organisk stof (BI<sub>5</sub>)</b>	105,3	0
<b>Total kvælstof</b>	38,0	0
<b>Total fosfor</b>	3,1	0

**Tabel 20** Specifikke udledninger netto som gennemsnit for ferskvandsdambrug i Danmarks (i 2003) og for Rens Dambrug det første måleår.

### Stoffjernelse, rensegrader og vandtab

Med det enorme vandtab på over 93 % over plantelagunen bliver det beregnede stoftab til Sønderå af den samlede stoftilførsel til Rens Dambrug via friskvandsindtag og produktionsbidrag meget beskedent og ligger procentuelt på mellem 2 og 4 %, dog 8 % for total kvælstof.

Som omtalt har der også været nogle problemer med at kunne opgøre især tilførsel af slammængder til slambassin og med hyppige overløb herfra. Vurderes betydningen af de forskellige renseforanstaltninger på Rens Dambrug, medfører usikkerheden omkring opgørelsen af slam samt det store vandtab over plantelagunen, at der kun overordnet kan

sammenfattes, at plantelagunen er langt den vigtigste renseforanstaltning ift. fjernelse/tilbageholdelse af de forskellige stoffer (68-100 %) på nær ift. ammonium kvælstof, hvor det er produktionsanlægget, der står for ca. 70 % af fjernelsen.

I produktionsanlægget fjernes kun 23 - 31 % af det samlede tilførte organiske stof, når der er taget højde for det stof der efterfølgende tabes med klaringsvand fra slambassinet. For ammonium kvælstof og total fosfor fjernes tilsvarende henholdsvis 64 % og 11 % af den tilførte stofmængde, mens der netto mistes 21 % af total kvælstof over produktionsanlægget, hvilket viser usikkerheden omkring opgørelsen af slammængder. De relativt lave rensegrader for organisk stof og total fosfor afspejler blandt andet, at en større del af det stof, der via renseforanstaltningerne er ført over i slambassin tabes med klaringsvandet til plantelagunerne. I første måleår bestod slambassinet af to slambede med en kort opholdstid, således at der i forbindelse med returskylning af biofiltre og tømning af slamkegler blev afledt ikke klaret slamvand fra slambassin til plantelagune. Herefter etableredes et ekstra, stort slambed og opholdstiden er blevet større og det forventes, at der hermed sker en formindskelse af stoftabet med klaringsvandet. Det er selvfølgelig uhensigtsmæssigt at stof, der reelt er fjernet i produktionsanlæggets renseforanstaltninger og opsamlet i slambassinet, ikke bedre kan tilbageholdes i denne.

En efterbehandling af slamvandet kan anbefales f.eks. ift. at reducere tabet af ammonium-kvælstof og øge omsætningen af kvælstof til frit kvælstof. Der er endvidere forskellige muligheder for at immobilisere (fælde) fosfor, som føres over i slambassinet og en optimeret plantelagune vil kunne fjerne mere total fosfor og organisk stof. Endelig bør det sikres, at slamvandet er klaret inden det ledes til plantelagunen.

Slamkeglerne fjerner hovedparten af det kvælstof og fosfor samt organiske stof, der føres over i slambassinet fra det samlede produktionsanlæg, 3 til 4 gange mere end hvad der tilføres med returskylning af biofiltre.

Der har som omtalt været et meget stort vandtab over plantelagunen på over 93 %, som også vil medføre et vist tab af opløste stoffer, således at de beregnede rensegrader er et maksimalt mål. Noget af vandtabet er også gået direkte til vandløbet. Hvorvidt disse stoffer omsættes, bindes under nedsivning, genindvindes eller om en andel også når grundvandet eller vandløbet længere nedstrøms, er udenfor projektets rammer at undersøge. Såfremt noget nedsivende stof når vandløbet er de faktiske rensegrader mindre end angivet. Til gengæld forventes produktionsbidraget at være underestimeret og det vil i givet fald øge rensegraderne. Sidstnævnte forhold undersøges i 2. års statusrapport.

De beregnede stoffjernelser for plantelagunen er meget høje og har opfyldt forudsætningerne for stoffjernelse pr. m<sup>2</sup> plantelagune for de forskellige stoffer, men vandtabet over plantelagunerne medføre at resultatet må tages med forbehold. Det er dog givet, at kravene i modeldambrugsbekendtgørelsen er overholdt.

De opnåede nettorensgrader (dvs. stoffjernelsen over hele modeldambruget relateret til produktionsbidraget) har været over 100 %, dvs. at hele produktionsbidraget plus en del af stofferne i friskvandet er fjernet med renseforanstaltningerne. Atter er det store vandtab over plantela-

gunen årsag til at der ikke kan konkluderes på disse værdier ud over at kravene for et modeldambrug af type III (*Bekendtgørelse for modeldambrug, 2002*) givetvis så rigeligt må være overholdt.

Koncentration af ammonium-kvælstof i selve produktionsanlæggene har været relativ lav i hele første måleår og tilsyneladende ret uafhængig af den øgede fiskebestand/udfodring gennem første måleår. Hen over biofiltret er der tilsyneladende en god oxidation af ammonium til nitrit og nitrat, mens der efterfølgende ikke sker en tilstrækkelig denitrifikation af nitrat til frit kvælstof, som kan nedbringe total kvælstof koncentrationen. Disse forhold indikerer, at man kunne fokusere på systemets denitrifikationseffekt med henblik på at reducere udledning af nitrat til plantelagunen. En bedre håndtering af det slamvand, der føres til slambassin vil kunne medvirke til yderligere at reducere tilførslerne af opløste stoffer til plantelagunen og dermed i sidste ende også udledningerne fra Rens Dambrug.

### **Vandløbsfauna**

Målsætningen i Sønderå op- og nedstrøms Rens Dambrug er DVFI 5. Målsætningen har ved alle prøvetagninger været opfyldt på stationen i Sønderå Å opstrøms Rens Dambrug (DVFI 5-7). På de to stationer nedstrøms Rens Dambrug er der begge steder 2 af 8 gange ikke været målsætningsopfyldelse, idet DVFI har været 4, de resterende 6 gange har DVFI været 5 eller højere. Dermed synes situationen ikke helt stabil nedstrøms dambruget.

De tre gange DMU har målt DVFI på de to nedstrøms stationer har DVFI været 6 (en enkelt gang 7). På trods af dette tyder faunalisterne på at faunaen til en vis grad er påvirket, idet forureningstolerante faunaelementer som børsteorme, vandbænkebidere og dansemyg (*Chironomus*) forekommer hyppigt. De to førstnævnte arter forekommer med tilsvarende hyppigheder opstrøms Rens Dambrug og antyder en generel forureningspåvirkning af Sønderå op- og nedstrøms Rens Dambrug, mens dansemyg kun er fundet på strækningen umiddelbart nedstrøms dambruget og dermed indikere en påvirkning herfra. I juni 2006 var der sket et generelt fald i antal børsteorme og vandbænkebidere både op- og nedstrøms Rens Dambrug, mens dansemyggen *Chironomus* ikke længere forekom nedstrøms dambruget, som kan indikere en positiv udvikling.

## 13 Litteraturliste

*Bekendtgørelse om modeldambrug (2002).* Bekendtgørelse om modeldambrug. 10 s. - BEK nr. 923 af 08/11/2002 pp.

*Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug (2004).* Bekendt om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug. 2 s. - BEK nr. 328 af 15/03/2004.

*Dambrugsudvalget (2002).* Dambrugsudvalget. Udvalget vedr. dambrugs-erhvervets udviklingsmuligheder. 78 s. Rapport. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

*Dansk Standard (1999).* DS 2399 Afløbskontrol. Statistisk kontrolberegning af afløbsdata.

*Fjorback, C., Larsen, S.E., Skriver, J., Svendsen, L.M., Nielsen, P. & Riis-Vestergaard, J. (2003)* Forsøgsprojekt Døstrup Dambrug. Resultater og konklusioner. Danmarks Miljøundersøgelser. 272 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 260.

*Larsen, S.E. & Svendsen, L.M. (1998).* Afløbskontrol af dambrug. Statistiske aspekter og opstilling af kontrolprogrammer. Danmarks Miljøundersøgelser. 86 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 260.

*Larsen, S.E. & Svendsen, L.M. (1998).* Notat vedr. tilpasning af udlederkontrol ved overgang fra tilstandskontrol til transportkontrol. Notat fra Danmarks Miljøundersøgelser.

*Miljøstyrelsen (1998).* Biologisk vandløbsbedømmelse af vandløbskvalitet. Miljø- og Energiministeriet. 39 s. - Vejledning nr. 5/1998.

*Pedersen, M. L. & Baattrup-Pedersen, A. (red) (2005).* Økologisk overvågning i vandløb og på vandløbsnære arealer under NOVANA 2004-09. 3. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 140 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 21.

*Pedersen, P.B. Grønberg, O., & Svendsen, L.M. (red.) (2003).* Modeldambrug. Specifikationer og godkendelseskrav. Rapport fra faglig arbejdsgruppe. 82 s. - Arbejdsrapport fra DMU, nr. 183

*Pedersen, M.L., Sode, A., Kaarup, P. & Bundgaard, P. (2006).* Fysisk kvalitet i vandløb. Test af to danske indices og udvikling af et nationalt indeks til brug ved overvågningen af vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser. 44s. - Faglig rapport fra DMU nr. 590. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

*Skriver, J., Riis, T., Carl, J., Friberg, N., Ernst, M.E., Frandsen, S.B., Sode, A. & Wiberg-Larsen, P. (1999).* Biologisk overvågning i vandløb 1998-2003. Biologisk vandløbskvalitet (DVFI). Udvidet biologisk program. NOVANA2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 41 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 16.

*Svendsen, L.M. & Pedersen, P.B. (reds.) (2004).* En undersøgelse af muligheder for etablering af måleprogram på såkaldte modeldambrug. 118 s. - DFU-rapport nr. 132-04,118 p.

*Sønderjyllands Amt (2004).* Miljøgodkendelse for Rens Dambrug på matr. nr 552 m.fl., Rens, Burkal, Rens Damager, 6372 Bylderup-Bov i Tinglev kommune. 23 s.



## DFU-rapporter – index

Denne liste dækker rapporter udgivet i indeværende år samt de foregående to kalenderår. Hele listen kan ses på DFU's hjemmeside [www.dfu.min.dk](http://www.dfu.min.dk), hvor de fleste nyere rapporter også findes som PDF-filer.

- |            |   |
|------------|---|
| Nr. 139-05 | Smoltdødeligheder i Årslev Engsø, en nydannet Vandmiljøplan II-sø, og Brabrand Sø i foråret 2004. Kasper Rasmussen og Anders Koed   |
| Nr. 140-05 | Omplantede blåmuslinger fra Horns Rev på bankerne i Jørgens Lo og Ribe Strøm 2002-2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl  |
| Nr. 141-05 | Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2004. Per Sand Kristensen, Niels Jørgen Pihl og Rasmus Borgstrøm  |
| Nr. 142-05 | Fiskebestande og fiskeri i 2005. Sten Munch-Petersen  |
| Nr. 143-05 | Opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen (forprojekt). Josianne G. Støttrup, Julia L. Overton, Christian Möllmann, Helge Paulsen, Per Bovbjerg Pedersen og Peter Lauesen |
| Nr. 144-05 | Skrubbeundersøgelser i Limfjorden 1993-2004. Hanne Nicolajsen   |
| Nr. 145-05 | Overlevelsen af laksesmolt i Karlsgårde Sø i foråret 2004. Anders Koed, Michael Deacon, Kim Aarestrup og Gorm Rasmussen   |
| Nr. 146-05 | Introduktion af økologi og kvalitetsmærkning på danske pionerdambrug. Lars-Flemming Pedersen, Villy J. Larsen og Niels Henrik Henriksen   |
| Nr. 147-05 | Fisk, Fiskeri og Epifauna. Limfjorden 1984 – 2004. Erik Hoffmann  |
| Nr. 148-05 | Rødspætter og Isinger i Århus Bugt. Christian A. Jensen, Else Nielsen og Anne Margrethe Wegeberg  |
| Nr. 149-05 | Udvikling af opdræt af aborre ( <i>Perca fluviatilis</i> ), en mulig alternativ art i ferskvandsopdræt. Helge Paulsen, Julia L. Overton og Lars Brünner                         |
| Nr. 150-05 | First feeding of Perch ( <i>Perca fluviatilis</i> ) larvae. Julia L. Overton og Helge Paulsen. (Kun udgivet elektronisk)  |
| Nr. 151-05 | Ongrowing of Perch ( <i>Perca fluviatilis</i> ) juveniles. Julia L. Overton og Helge Paulsen. (Kun udgivet elektronisk)   |
| Nr. 152-05 | Vurdering af ernæringstilstand for aborre. Helge Paulsen, Julia L. Overton, Dorthe Frandsen, Mia G.G. Larsen og Kathrine B. Hansen. (Kun udgivet elektronisk)                   |
| Nr. 153-05 | Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nisum fjerde. Redaktion: Henrik Baktoft og Anders Koed   |
| Nr. 154-05 | Undersøgelse af umodne havørreders (grønlændere) optræk i ferskvand om vinteren.  |

Anders Koed og Dennis Søndergård Thomsen

- Nr. 155-05 Registreringer af fangster i indre danske farvande 2002, 2003 og 2004. Slutrapport. Søren Anker Pedersen, Josianne Støttrup, Claus R. Sparrevohn og Hanne Nicolajsen
- Nr. 156-05 Kystfodring og godt fiskeri. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvardsen, Christian Laustrop og Sune Riis Sørensen
- Nr. 157-05 Nordatlantiske havøkosystemer under forandring – effekter af klima, havstrømme og fiskeri. Søren Anker Pedersen
- Nr. 158-06 Østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann
- Nr. 159-06 Optimering af fangstværdien for jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*) – forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere. Lars-Flemming Pedersen
- Nr. 160-06 Undersøgelse af smoltudtrækket fra Skjern Å samt smoltdødelighed ved passage af Ringkøbing Fjord 2005. Anders Koed
- Nr. 161-06 Udsætning af geddeyngel i danske søer: Effektivurdering og perspektivering. Christian Skov, Lene Jacobsen, Søren Berg, Jimmi Olsen og Dorte Bekkevold
- Nr. 162-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 162a-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Bilagsrapport. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 163-06 Skarven (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) og den spættede sæls (*Phoca vitulina* L.) indvirkning på fiskebestanden i Limfjorden: Ecopath modellering som redskab i økosystem beskrivelse. Rasmus Skoven
- Nr. 164-06 Kongeåens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 165-06 A pilot-study: Evaluating the possibility that Atlantic Herring (*Clupea harengus* L.) exerts a negative effect on lesser sandeel (*Ammodytes marinus*) in the North Sea, using IBTS-and TBM-data. Mikael van Deurs
- Nr. 166-06 Ejstrupholm Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 167-06 Blåmuslinge- og Stillehav søstersbestanden i det danske Vadehav efteråret 2006. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 168-06 Tvilho Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen,

Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.

- Nr. 169-07      Produktion af blødskallede strandkrabber i Danmark - en ny marin akvakulturproduktion. Knud Fischer, Ulrik Cold, Kevin Jørgensen, Erling P. Larsen, Ole Saugmann Rasmussen og Jens J. Sloth.
- Nr. 170-07      Den invasive stillehavsøsters, *Crassostrea gigas*, i Limfjorden - inddragelse af borgere og interessenter i forslag til en forvaltningsplan. Helle Torp Christensen og Ingrid Elmedal.
- Nr. 171-07      Kystfodring og kystøkologi - Evaluering af revlefodring ud for Fjaltring. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvarsdén, Per Sørensen og Sune Riis Sørensen.
- Nr. 172-07      Løjstrup Dambrug (øst) - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 173-07      Tingkærvad Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 174-07      Abildtrup Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoreringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 175-07      Nørå Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 176-07      Rens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.